

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-270792

(43)Date of publication of application : 20.10.1995

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G02B 5/30

(21)Application number : 06-083717

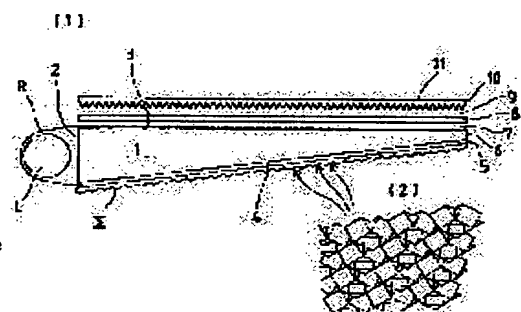
(71)Applicant : ENPLAS CORP
KOIKE YASUHIRO

(22)Date of filing : 31.03.1994

(72)Inventor : KOIKE YASUHIRO
ARAI TAKAYUKI**(54) SURFACE LIGHT SOURCE DEVICE WITH POLARIZING FUNCTION HAVING POLARIZATION CONVERSION MEANS****(57)Abstract:**

PURPOSE: To provide a surface light source device with a polarizing function having a polarization conversion element with which bright polarized luminous fluxes are obtainable and which is adequate for a back light source of a liquid crystal display device.

CONSTITUTION: The value of the effective scattering irradiation parameter $E[\text{cm}^{-1}]$ of a parallel luminous flux forming element 1 consisting of a wedge-shaped light scattering light transmission body having uniform scattering ability is in a range of $0.5 \leq E \leq 50$ and the value of a correlative distance $a[F]$ when a correlative function $\bar{a}(r)$ of a nonuniform refractive index structure is approximated with $\bar{a}(r) = \exp[-r/a]$ (where, (r) is the distance between the two points within the light scattering transmission body), is in a range of $0.06 \leq a \leq 35$. The light entering from a light incident surface 2 is emitted as paralleled luminous fluxes from a light take-out surface 3. A polarized light separating plate 8 is arranged across an air layer 7 and a light exit direction correcting element 10 is arranged on the outer side thereof across an air layer 9. This polarized light separating plate 8 can transmit a greater part of the P polarized light components and returns the corresponding part of the S polarized light components to the parallel luminous flux forming element 1. The returned light receives a polarized light scramble effect within the parallel luminous flux forming element 1 and is polarized to P-polarized light by the polarization conversion element. The P-polarized light components of the reemitted light from the parallel luminous flux forming element 1 are thus taken out again.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 06.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3384867

[Date of registration] 27.12.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335	5 3 0			
G 0 2 B 5/30				

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願平6-83717

(22) 出願日 平成6年(1994)3月31日

(71) 出願人 000208765

株式会社エンプラス

埼玉県川口市並木2丁目30番1号

(71) 出願人 591061046

小池 康博

神奈川県横浜市青葉区市ケ尾町534番地23

(72) 発明者 小池 康博

神奈川県横浜市緑区市が尾町534の23

(72) 発明者 荒井 孝之

埼玉県川口市並木2-30-1 株式会社エンプラス内

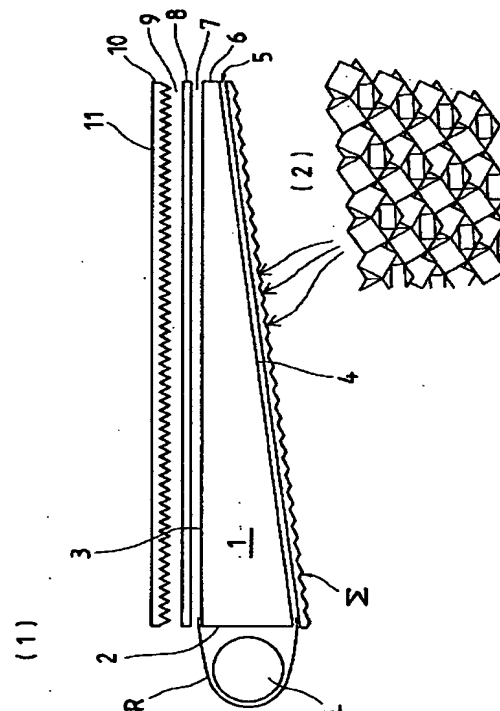
(74) 代理人 弁理士 竹本 松司 (外4名)

(54) 【発明の名称】 偏光変換手段を備えた偏光化機能付面光源装置

(57) 【要約】

【目的】 明るい偏光光束を得ることが可能で、液晶表示装置のバックライト光源に好適な、偏光変換素子を備えた偏光化機能付面光源装置の提供。

【構成】 1は一様な散乱能を有する楔形の光散乱導光体からなる平行光束化素子で、有効散乱照射パラメータ E [cm⁻¹] の値が $0.5 \leq E \leq 50$ の範囲にあり、屈折率不均一構造の相関関数 $\gamma(r)$ を $\gamma(r) = \exp[-r/a]$ (但し、 r は光散乱導光体内の2点間距離) で近似した時の相関距離 a [μ m] の値が $0.06 \leq a \leq 35$ の範囲にある。光入射面2から入射した光は、光取出面3から平行化された光束として出射される。空気層7を挟んで偏光分離板8が配置され、その外側には空気層9を挟んで光出射方向修正素子10が配置される。偏光分離板8はP偏光成分の大半を透過させ、S偏光成分の相当部分を平行光束化素子1に戻す。戻された光は平行光束化素子1内で偏光スクランブル作用を受けると共に、偏光変換素子2によりP偏光化され、平行光束化素子1からの再出射光のP偏光成分が再度取り出される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光散乱能を規定する有効散乱照射パラメータ E [cm^{-1}] の値が $0.5 \leq E \leq 50$ の範囲にあると共に、光散乱能を与える屈折率不均一構造の相関関数 $\gamma(r)$ を $\gamma(r) = \exp[-r/a]$ (但し、 r は光散乱導光体内の2点間距離) で近似した時の相関距離 a [μm] の値が $0.06 \leq a \leq 35$ の範囲にある楔形状断面を有する体積領域を含む光散乱導光体からなる平行光束化素子と、

該平行光束化素子の前記楔形状断面の断面積が相対的に大きな方の端面側に配置された光供給手段と、

前記平行光束化素子の光取出面に沿って延在するように配置され、偏光成分に依存した反射特性を有する透光性の偏光分離手段と、前記平行光束化素子の光取出面と相反する側の表面に沿って延在するように配置された偏光変換手段を含み、

前記偏光変換手段が、両端面が二等辺直角三角形形状をなす3個の三角柱形状の体積領域要素を前記各要素に対応した三角柱の軸方向が互いに直交する3方向を向くように順次連結させた一体形状を有する複合プリズム領域を並列的に多数配列させた領域を含んでいることを特徴とする偏光変換手段を備えた偏光化機能付面光源装置。

【請求項2】 光散乱能を規定する有効散乱照射パラメータ E [cm^{-1}] の値が $0.5 \leq E \leq 50$ の範囲にあると共に、光散乱能を与える屈折率不均一構造の相関関数 $\gamma(r)$ を $\gamma(r) = \exp[-r/a]$ (但し、 r は光散乱導光体内の2点間距離) で近似した時の相関距離 a [μm] の値が $0.06 \leq a \leq 35$ の範囲にある楔形状断面を有する体積領域を含む光散乱導光体からなる平行光束化素子と、

該平行光束化素子の前記楔形状断面の断面積が相対的に大きな方の端面側に配置された光供給手段と、

前記平行光束化素子の光取出面に沿って延在するように配置され、偏光成分に依存した反射特性を有する透光性の偏光分離手段と、前記平行光束化素子の光取出面と相反する側の表面に沿って延在するように配置された偏光変換手段を備えており、

前記偏光変換手段が、両端面が二等辺直角三角形形状をなす三角柱形状の体積領域要素を前記各要素に対応した三角柱の軸方向が互いに直交する3方向を向くように順次連結させた一体形状を有する体積領域を単位体積領域として、該単位体積領域を並列的に複数個連結させた一体形状を有する複合プリズム領域を並列的に多数配列させた領域を含んでいることを特徴とする偏光変換手段を備えた偏光化機能付面光源装置。

【請求項3】 光散乱能を規定する有効散乱照射パラメータ E [cm^{-1}] の値が $0.5 \leq E \leq 50$ の範囲にあると共に、光散乱能を与える屈折率不均一構造の相関関数 $\gamma(r)$ を $\gamma(r) = \exp[-r/a]$ (但し、 r は光散乱導光体内の2点間距離) で近似した時の相関距離 a

[μm] の値が $0.06 \leq a \leq 35$ の範囲にある楔形状断面を有する体積領域を含む光散乱導光体からなる平行光束化素子と、

該平行光束化素子の前記楔形状断面の断面積が相対的に大きな方の端面側に配置された光供給手段と、

前記平行光束化素子の光取出面に沿って延在するように配置され、偏光成分に依存した反射特性を有する透光性の偏光分離手段と、前記平行光束化素子の光取出面と相反する側の表面に沿って延在するように配置された偏光変換手段を備えており、

前記偏光変換手段が、両端面が二等辺直角三角形形状をなす三角柱形状の体積領域要素を前記各要素に対応した三角柱の軸方向が互いに直交する3方向を向くように順次連結させた一体形状を有する体積領域を単位体積領域として、該単位体積領域を並列的に複数個連結させた一体形状を有する複合プリズム領域を並列的に多数配列させた領域と、表裏の双方側に斜面を繰り返し形成した光学材料からなる基板領域を含んでおり、

前記複合プリズム領域配列領域が、前記表裏の一方側の繰り返し斜面上に設けられていると共に前記基板領域と光学的且つ機械的に結合されていることを特徴とする偏光変換手段を備えた偏光化機能付面光源装置。

【請求項4】 光散乱能を規定する有効散乱照射パラメータ E [cm^{-1}] の値が $0.5 \leq E \leq 50$ の範囲にあると共に、光散乱能を与える屈折率不均一構造の相関関数 $\gamma(r)$ を $\gamma(r) = \exp[-r/a]$ (但し、 r は光散乱導光体内の2点間距離) で近似した時の相関距離 a [μm] の値が $0.06 \leq a \leq 35$ の範囲にある楔形状断面を有する体積領域を含む光散乱導光体からなる平行光束化素子と、

該平行光束化素子の前記楔形状断面の断面積が相対的に大きな方の端面側に配置された光供給手段と、

前記平行光束化素子の光取出面に沿って延在するように配置され、偏光成分に依存した反射特性を有する透光性の偏光分離手段と、前記平行光束化素子の光取出面と相反する側の表面に沿って延在するように配置された偏光変換手段を備えており、

前記偏光変換手段が、両端面が二等辺直角三角形形状をなす三角柱形状の体積領域要素を前記各要素に対応した三角柱の軸方向が互いに直交する3方向を向くように順次連結させた一体形状を有する体積領域を単位体積領域として、該単位体積領域を並列的に複数個連結させた一体形状を有する複合プリズム領域を並列的に多数配列させた領域と、表裏の一方側に斜面を繰り返し形成し他方側を平坦面とした光学材料からなる基板領域を含んでおり、

前記複合プリズム領域配列領域が前記繰り返し斜面上に設けられていると共に前記基板領域と光学的且つ機械的に結合していることを特徴とする偏光変換手段を備えた偏光化機能付面光源装置。

【請求項 5】 前記偏光分離手段の外側に光出射方向修正素子を配置したことを特徴とする請求項 1 ～請求項 4 のいずれか 1 項に記載された偏光変換手段を備えた偏光化機能付面光源装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本願発明は、偏りの無い光から特定方向の偏りを有する光束を生成する機能あるいは偏りの乏しい光から偏りに富んだ光束を生成する機能（以下、「偏光化機能」と言う。）を備えた面光源装置に関する。本願発明に係る面光源装置は、偏りのある光束を必要とする任意の用途に使用され得るが、特に、液晶表示装置のバックライト光源に用いて有利なものである。

【0002】

【従来の技術】 表面あるいは内部に光散乱機能を有する板状の導光体の側方に蛍光ランプ等の光源を配置することによって面光源装置を構成し、液晶表示装置のバックライト光源等の用途で使用することは、従来より良く知られているところである（例えば、特開平 2 - 2 2 1 9 2 6 号、特開平 4 - 1 4 5 4 8 5 号及び実開昭 5 1 - 8 9 8 8 8 号公報など）。

【0003】 これらの旧来型の面光源装置は、導光体内部あるいは表面領域に与えられた光散乱作用によって光の進行方向を出来るだけランダムなものを通して光取出面から出射させる光量を確保するというものであり、光取出面から出射される光に明確な指向性は無く、また、特定方向の偏りを呈する光を生成する機能も有していない。

【0004】 これに対し、本発明者は先に、散乱特性を規定する特性パラメータ（有効散乱照射パラメータ E 及び相関距離 a ；詳細は後述。）を所定範囲に定めた楔形状の光散乱導光体が平行光束化機能を有することを利用して平行光束化装置を構成することを提案した。この平行光束化装置を光源手段と組み合わせることで改良型の面光源装置を構成した場合、その出射光束に明確な指向性は認められるが、特定方向への偏りを持った偏光を生成する機能は備わっていない。

【0005】 ところで、一般の光源から発せられる偏りの無い光から偏りのある光を得る手段としては、偏光板あるいはビームスプリッタ型の偏光子等が知られて用いられているが、これらは、所定方向と直交する方向の偏光成分を排除する形で偏りのある光を得ようとするものであるから、光エネルギーの半分程度が無駄になってしまう。従って、上記旧来型、改良型いずれの型の面光源装置とこのような偏光素子を組み合わせることで偏光化された光束を生成するやり方では、使用される面光源の明るさを十分に生かした偏光光束を得ることは困難である。

【0006】 例えば、上記旧来型、改良型いずれの型の面光源装置を液晶表示装置の液晶表示パネル背後にバックライト光源手段として配置した場合でも、所定方向に

偏光化された光を液晶層に入射させる為に液晶表示パネルの光入射側に設けられている偏光板によって、面光源装置の出射光の光エネルギーの少なくとも半分が無駄となる現象が生じており、液晶表示装置の表示品位を損なう一因となっている。

【0007】 もし、光エネルギーの利用効率の低下を抑制した形で所定方向に偏光化された光束を生成する能力を有する面光源装置が得られるならば、これを液晶表示装置のバックライト光源手段として採用することにより、上記液晶表示パネルの入射側の偏光板通過時の損失を低下させることが可能になる。即ち、バックライト光源出射光束の偏光方向と液晶パネル入射側偏光板の偏光軸方向を平行にとるだけで、上記損失を回避出来る。このような観点から、特に液晶表示装置の分野では、エネルギー利用効率を大きく低下させることなく偏光化された光束を生成する能力を備えた偏光機能付面光源装置の実現が待たれていた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 本願発明は、上記従来技術の現状を背景に、偏光化に際しての光エネルギーの利用効率の低下を抑え、明るい偏光光束を得ることが出来る偏光化機能付面光源装置を提供することを基本的な目的としてなされたものである。また、本願発明は、特に、液晶表示装置のバックライト光源手段として用いるに適した偏光化機能付面光源装置を提供する企図を有するものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本願発明は、先ず、上記目的を達成する為の基本的な構成として、「光散乱能を規定する有効散乱照射パラメータ E [cm^{-1} 】の値が $0.5 \leq E \leq 50$ の範囲にあると共に、光散乱能を与える屈折率不均一構造の相関関数 $\gamma(r)$ を $\gamma(r) = \exp[-r/a]$ （但し、 r は光散乱導光体内の 2 点間距離）で近似した時の相関距離 a [μm 】の値が $0.06 \leq a \leq 35$ の範囲にある楔形状断面を有する体積領域を含む光散乱導光体からなる平行光束化素子と、該平行光束化素子の前記楔形状断面の断面積が相対的に大きな方の端面側に配置された光供給手段と、前記平行光束化素子の光取出面に沿って延在するように配置され、偏光成分に依存した反射特性を有する透光性の偏光分離手段と、前記平行光束化素子の光取出面と相反する側の表面に沿って延在するように配置された偏光変換手段を含み、前記偏光変換手段が、両端面が二等辺直角三角形形状をなす 3 個の三角柱形状の体積領域要素を前記各要素に対応した三角柱の軸方向が互いに直交する 3 方向を向くように順次連結させた一体形状を有する複合プリズム領域を並列的に多数配列させた領域を含んでいることを特徴とする偏光変換手段を備えた偏光化機能付面光源装置」（請求項 1 の構成）を提案したものである。

【0010】 そして、上記構成における偏光変換手段に

ついて、複合プリズム領域の並列配置形態に対応して、
「光散乱能を規定する有効散乱照射パラメータ E [cm^{-1}] の値が $0.5 \leq E \leq 50$ の範囲にあると共に、光散乱能を与える屈折率不均一構造の相関関数 $\gamma(r)$ を $\gamma(r) = \exp[-r/a]$ (但し、 r は光散乱導光体内の2点間距離) で近似した時の相関距離 a [μm] の値が $0.06 \leq a \leq 35$ の範囲にある楔形状断面を有する体積領域を含む光散乱導光体からなる平行光束化素子と、該平行光束化素子の前記楔形状断面の断面積が相対的に大きな方の端面側に配置された光供給手段と、前記平行光束化素子の光取出面に沿って延在するように配置され、偏光成分に依存した反射特性を有する透光性の偏光分離手段と、前記平行光束化素子の光取出面と相反する側の表面に沿って延在するように配置された偏光変換手段を備えており、前記偏光変換手段が、両端面が二等辺直角三角形形状をなす三角柱形状の体積領域要素を前記各要素に対応した三角柱の軸方向が互いに直交する3方向を向くように順次連結させた一体形状を有する体積領域を単位体積領域として、該単位体積領域を並列的に複数個連結させた一体形状を有する複合プリズム領域を並列的に多数配列させた領域を含んでいることを特徴とする偏光変換手段を備えた偏光化機能付面光源装置」(請求項2の構成)、
「光散乱能を規定する有効散乱照射パラメータ E [cm^{-1}] の値が $0.5 \leq E \leq 50$ の範囲にあると共に、光散乱能を与える屈折率不均一構造の相関関数 $\gamma(r)$ を $\gamma(r) = \exp[-r/a]$ (但し、 r は光散乱導光体内の2点間距離) で近似した時の相関距離 a [μm] の値が $0.06 \leq a \leq 35$ の範囲にある楔形状断面を有する体積領域を含む光散乱導光体からなる平行光束化素子と、該平行光束化素子の前記楔形状断面の断面積が相対的に大きな方の端面側に配置された光供給手段と、前記平行光束化素子の光取出面に沿って延在するように配置され、偏光成分に依存した反射特性を有する透光性の偏光分離手段と、前記平行光束化素子の光取出面と相反する側の表面に沿って延在するように配置された偏光変換手段を備えており、前記偏光変換手段が、両端面が二等辺直角三角形形状をなす三角柱形状の体積領域要素を前記各要素に対応した三角柱の軸方向が互いに直交する3方向を向くように順次連結させた一体形状を有する体積領域を単位体積領域として、該単位体積領域を並列的に複数個連結させた一体形状を有する複合プリズム領域を並列的に多数配列させた領域と、表裏の双方側に斜面を繰り返し形成した光学材料からなる基板領域を含んでおり、前記複合プリズム領域配列領域が、前記表裏の一方側の繰り返し斜面上に設けられていると共に前記基板領域と光学的且つ機械的に結合されていることを特徴とする偏光変換手段を備えた偏光化機能付面光源装置」(請求項3の構成)、並びに、「光散乱能を規定する有効散乱照射パラメータ E [cm^{-1}] の値が $0.5 \leq E \leq 50$ の範囲にあると共に、光散乱能を与

える屈折率不均一構造の相関関数 $\gamma(r)$ を $\gamma(r) = \exp[-r/a]$ (但し、 r は光散乱導光体内の2点間距離) で近似した時の相関距離 a [μm] の値が $0.06 \leq a \leq 35$ の範囲にある楔形状断面を有する体積領域を含む光散乱導光体からなる平行光束化素子と、該平行光束化素子の前記楔形状断面の断面積が相対的に大きな方の端面側に配置された光供給手段と、前記平行光束化素子の光取出面に沿って延在するように配置され、偏光成分に依存した反射特性を有する透光性の偏光分離手段と、前記平行光束化素子の光取出面と相反する側の表面に沿って延在するように配置された偏光変換手段を備えており、前記偏光変換手段が、両端面が二等辺直角三角形形状をなす三角柱形状の体積領域要素を前記各要素に対応した三角柱の軸方向が互いに直交する3方向を向くように順次連結させた一体形状を有する体積領域を単位体積領域として、該単位体積領域を並列的に複数個連結させた一体形状を有する複合プリズム領域を並列的に多数配列させた領域と、表裏の一方側に斜面を繰り返し形成し他方側を平坦面とした光学材料からなる基板領域を含んでおり、前記複合プリズム領域配列領域が前記繰り返し斜面上に設けられていると共に前記基板領域と光学的且つ機械的に結合していることを特徴とする偏光変換手段を備えた偏光化機能付面光源装置」(請求項4の構成)を各々提案したものである。

【0011】また、本願発明は更に面光源装置の出射光の方向特性を調整する為の構成として、上記各構成に、「前記偏光分離手段の外側に光出射方向修正素子を配置する」という要件を課した、偏光変換手段を備えた偏光化機能付面光源装置(請求項5の構成)を併せて提案したものである。

【0012】

【作用】本願発明は、上記改良型の面光源装置に用いられる光散乱導光体の平行光束化機能と近似的なブリュースター角条件に関連した偏光成分の反射/透過特性を組み合わせて利用した偏光分離手段の作用に加えて、三角柱状プリズムを相互直交関係で連結した複合プリズムの内部反射に伴う偏光変換作用を利用することにより、相対的に高いエネルギー利用効率を以て所定の方向の偏光成分に富んだ光束を生成するものである。

【0013】初めに、本願発明で使用される平行光束化素子の機能を理解する為、平行光束化素子を構成する光散乱導光体の散乱特性を記述する有効散乱照射パラメータ E と相関距離 a について Debye の理論を引用して説明し、更に、その平行光束化機能について説明する。

【0014】今、一定の屈折率を有する基材内に一樣に屈折率不均一構造を分布形成させた媒体からなる光散乱導光体内を強度 I_0 の光が y (cm) 伝播し、その間の散乱により強度が I に減衰した場合を考え、有効散乱照射パラメータ E を次式(1)または(2)で定義する。

【0015】

【数1】

$$E[\epsilon^{-1}] = -[1n(1/1\epsilon)]/\nu \quad \dots (1)$$

$$E[\epsilon^{-1}] = -(1/1) \cdot d1/d\nu \quad \dots (2)$$

上式(1)、(2)は各々いわゆる積分形及び微分形の表現であり、物理的な意味は等価である。なお、このEは濁度と呼ばれることもある。一方、媒体内に分布した不均一構造によって光散乱が起こる場合の散乱光強度は、縦偏光の入射光に対して出射光の大半が縦偏光である通常の場合(VV散乱)には、次式(3)で表され

10

【0016】

【数2】

$$VV = [(4\langle \eta^2 \rangle \pi^3) / \lambda_0^4] \int_0^\infty C\gamma(r) dr \quad \dots (3)$$

$$\text{但し、} C = [r^2 \sin(\nu s r)] / \nu s r \quad \dots (4)$$

自然光を入射させた場合には、Hh散乱を考慮して、式(3)の右辺に $(1 + \cos^2 \Phi) / 2$ を乗じた次式を考えれば良いことが知られている。

【0017】

【数3】

$$Vh = Vv (1 + \cos^2 \Phi) / 2 \quad \dots (5)$$

ここで、 λ_0 は入射光の波長、 $\nu = (2\pi n) / \lambda_0$ 、 $s = 2 \sin(\Phi/2)$ 、 n は媒体の屈折率、 Φ は散乱角、 $\langle \eta^2 \rangle$ は媒体中の誘電率ゆらぎ2乗平均(以下、 $\langle \eta^2 \rangle = \tau$ として、 τ を適宜使用する。)であり、 γ

$$E = [(32a^3 \tau \pi^4) / \lambda_0^4] \cdot f(b) \quad \dots (10)$$

但し、

$$f(b) = \{(b+2)^2 / b^2 (b+1)\} - \{2(b+2) / b^3\} \cdot \ln(b+1) \quad \dots (11)$$

$$b = 4\nu^2 a^2 \quad \dots (12)$$

以上述べた諸関係から、相関距離 a 及び誘電率ゆらぎ2乗平均 τ を変化させることにより、散乱光強度、散乱光強度の角度依存性及び有効散乱照射パラメータ E を制御することが可能なことが判る。図1は、横軸に相関距離 a 、縦軸に誘電率ゆらぎ2乗平均 τ をとり、有効散乱照射パラメータ E を一定にする条件を表わす曲線を、 $E = 50 [\text{cm}^{-1}]$ 及び $E = 100 [\text{cm}^{-1}]$ の場合について描いたものである。 E の値は散乱導光媒体の散乱能の「強さ」を表わす指標であり、 E の値が大きければ散乱能が強く、 E の値が小さければ散乱能が弱い(透明に近い)ということになる。 $E = 0$ は無散乱状態に対応している。従って、大寸法で明るさが均一な面光源の用途には E の小さな光散乱導光体が適し、小寸法の面光源の用途には E の大きな光散乱導光体が適しているという一般論が成立する。

【0022】液晶表示装置のバックライト光源への適用時等に想定される通常サイズ(数cm～数10cmの程

20

(r)は相関関数と呼ばれるものであり、次式(6)で表わされる。

【0018】Debyeの理論によれば、媒体の屈折率不均一構造が界面を持ってA相とB相に分かれて分散している場合には、誘電率のゆらぎに関して相関関数 $\gamma(r)$ 、相関距離 a 、誘電率ゆらぎ2乗平均 τ 等について、下記の関係式(7)、(8)が成立する。

【0019】

【数4】

$$\gamma(r) = \exp(-r/a) \quad \dots (6)$$

$$a[\text{cm}] = (4V/S) \cdot \phi_A \phi_B \quad \dots (7)$$

$$\tau = \phi_A \phi_B (n_A^2 - n_B^2)^2 \quad \dots (8)$$

ここで、 V ；全体積、 S ；界面の全面積、 ϕ_A 、 ϕ_B ；A、B各相の体積分率、 n_A 、 n_B ；A、B各相の屈折率、

不均一構造が半径 R の球状界面で構成されているとみなせば、相関距離 a は次式で表される。

【0020】

【数5】

$$a[\text{cm}] = (4/3)R(1 - \phi_A) \quad \dots (9)$$

相関関数 $\gamma(r)$ についての式(6)を用い、式(5)に基づいて自然光を媒体に入射させた時の有効散乱照射パラメータ E を計算すると結果は次のようになる。

【0021】

【数6】

度)の面光源を構成することを想定した場合、使用される光散乱導光体の有効散乱照射パラメータ E の実際的な値の範囲は、 $E = 0.5 \sim 50 [\text{cm}^{-1}]$ の程度となる。

【0023】一方、相関距離 a は、光散乱導光体内部における個々の散乱現象における散乱光の方向特性に深く関わっている量である。即ち、上記(3)式乃至(5)式の形から推察されるように、光散乱導光体内部における光散乱は一般に前方散乱性を帯びているが、前方散乱性の強さが相関距離 a に依存して変化する。

【0024】図2は、これを a の2つの値について例示したグラフである。図において、横軸は散乱角度 Φ (入射光線の進行方向を $\Phi = 0^\circ$ とする。)を表わし、縦軸は自然光を仮定した場合の散乱光強度、即ち、上記

(5)式を $\Phi = 0^\circ$ に対して規格化した値、 $Vh(\Phi) / Vh(0)$ を表わしている。同図に併記されているように、 $a = 0.13 \mu\text{m}$ 、上記(9)を用いて粒径に換算して $2R = 0.2 \mu\text{m}$ の場合には、規格化散乱強度の

50

グラフは Φ に関する緩やかな減少関数となるが、 $a = 1.3 \mu\text{m}$ 、上記(9)式による粒径換算値で $2R = 2.0 \mu\text{m}$ の場合には、規格化散乱強度のグラフは Φ が小さい範囲で急激に減少する関数となる。

【0025】このように、光散乱導光体内の屈折率の不均一構造によって生ずる散乱は、基本的に前方散乱性を示し、相関距離 a の値が小さくなると前方散乱性が弱まり、1回の散乱における散乱角度範囲が広がる傾向を持つようになる。この事実自体は、実験的にも確認済みの事項である。

【0026】以上は光散乱導光体内部に分布した屈折率不均一構造による個々の散乱現象そのものに着目した議論であるが、光散乱導光体の光取出面から実際に射出される光の方向特性を評価する際には、光散乱導光体の内部側から光取出面に入射する光の全反射の現象と光射出時の界面透過率（光散乱導光体からの脱出率）を併せて考慮する必要がある。

【0027】基礎的な光学理論によって良く知られているように、外部の媒体（空気）に比して相対的に大きな屈折率を有する光散乱導光体の内部側から光取出面に光が入射角 α （ここでは、光取出面に対して光散乱導光体内部に向けて立てた法線方向を $\alpha = 0^\circ$ とする。）が、光散乱導光体内外の媒体の屈折率によって決まる臨界角 α_c を上回る場合には、外部（空気層）への出射（光の脱出）が起らない。

【0028】本願発明に使用される光散乱導光体の代表的な材料であるPMMA（ポリメチルメタクリレート；屈折率1.492）では、 $\alpha_c = 42^\circ$ となる。

【0029】後述するように、本願発明で光散乱導光体のマトリックスとして好適に使用される樹脂材料の屈折率は、1.4～1.7の範囲にあり、これに対応する臨界角 α_c の範囲は、 $36.0^\circ \sim 45.6^\circ$ となる。

【0030】従って、本願発明のように光取出面の側方に光入射面をとるケースでは（後述する各実施例参照）、光入射面から入射した光が不均一構造に遭遇して発生した1次散乱光が、直ちに上記臨界角条件を満たして光取出面から外部へ射出されることは極めて起き難いと考えられる。

【0031】即ち、本願発明が前提とする条件の下では、光散乱導光体内部における多重散乱の効果、光散乱導光体の光取出面側及び背面側の界面あるいはそれに面して配置された反射部材（本願発明では、反射型の偏光変換手段が配置される。詳細は後述。）による反射の効果等が複合的に作用し合った結果として、上記臨界角条件を満たすに至った光が外部に射出されるという現象が、光取出面からの光射出に大きく関与しているものと考えて良い。

【0032】そうだとすると、臨界角条件を満たした条件で光取出面方向に伝播する光について考えた場合、光入射面から入射した時点における光の伝播方向性を全体

として保存するように作用する前記前方散乱性の効果は、上記複合的な効果によって相当程度薄められ、光の伝播方向分布にかなりの拡がりが生じている筈である。その結果、光散乱導光体から射出される光の方向特性は、臨界角条件を満たした光の光取出面における界面透過率（脱出率）の角度依存性に大きく左右されることになる。

【0033】一般に、臨界角条件（ $\alpha < \alpha_c$ ）をぎりぎり満たすような条件における界面透過率は極めて低く（例えば、アクリル樹脂－空気界面の場合、P偏光成分40%程度、S偏光成分20%程度）、入射角 α が臨界角 α_c を下回る量が増えれば界面透過率は急激に上昇し、 5° 乃至 10° 以上下回った条件ではほぼ一定となる（アクリル樹脂－空気界面の場合、P偏光成分90%以上、S偏光成分85%以上）。

【0034】以上のことから、アクリル樹脂（ $\alpha_c = \text{約} 42^\circ$ ）の場合で言えば、光散乱導光体内部側から光取出面へ入射角 $\alpha = 35^\circ \sim 40^\circ$ 前後で入射した光が、光散乱導光体の光取出面からの光射出に最も寄与しているものと考えられる。この $\alpha = 35^\circ \sim 40^\circ$ の入射角で光取出面に入射した光は、スネルの法則に従って光取出面で屈折し、光取出面に外部に向けて立てた法線に対して $65^\circ \pm 10^\circ$ 程度の範囲内に収まる方向（即ち、光取出面表面に対して $15^\circ \sim 35^\circ$ 程度立ち上がった方向）へ射出されることになる。

【0035】光散乱導光体にアクリル樹脂以外の材料を使用した場合でも、実際の材料の屈折率の範囲は1.4～1.7の程度であるから、上記角度に数度程度のずれを見込めば、同様の議論が成立する。

【0036】但し、ここで注意すべきことは、相関距離 a の値が余り小さくなると、個々の散乱における前方散乱性そのものが薄れてしまい、一次散乱のみで後方散乱を含む広角度範囲の散乱光が発生するようになる為、この指向性がぼやけてしまうことである。本願発明では、このような指向性鈍化現象を顕著に示さないような特性を有する光散乱導光体を使用する。以下、このような光散乱導光体を「指向射出性」の光散乱導光体と呼ぶことにする。

【0037】本願発明が光散乱導光体の相関距離 a について指定している範囲（ $0.06 \mu\text{m} \leq a \leq 35 \mu\text{m}$ ）には、この条件が考慮に入れている。光散乱導光体として、ポリマーマトリックス中に異屈折率粒子を均一に分散させたものを使用する場合には、前記(9)式から、上記相関距離の範囲は異屈折率粒子径の範囲、 $0.1 \mu\text{m} \sim 54 \mu\text{m}$ に相当していることが判る。

【0038】次に、本願発明の偏光変換手段を備えた偏光化機能付面光源装置に使用される指向射出性の光散乱導光体が楔形断面形状部分を有していることの光学的な意味について説明する。図3は、本願発明の面光源装置に用いられる光散乱導光体の断面の基本形状を内部にお

ける繰り返し反射の様子と共に記したものである。

【0039】同図において、1は平行光束化素子を構成する指向出射性の光散乱導光体であり、B0は光源Lから出射され、光入射面2から光散乱導光体1の内部に取り込まれる光を代表する代表光線の進路を示したものである。光源Lは楔形の相対的に断面積が大きい側端部にあたる光入射面2に面して配置されるから、代表光線B0として図示した如く略水平方向に伝播するものを想定する。

【0040】この代表光線B0の挙動を考察してみると、光線B0は、一定割合で散乱による方向転換を受けながら、光取出面3及び該面に対して傾斜した裏面4で反射を繰り返しながら、光散乱導光体1の厚みの薄い末端部分へ近づいていく。面3、4の表面における内部反射は正反射であるから、個々の反射における入射角と反射角は当然等しい($\theta_1, \theta_2, \theta_3 \dots$)。両面3、4の傾斜関係から、光取出面3における各反射について、 $\theta_2 > \theta_4 > \theta_6 \dots$ の関係が成立する。

【0041】ここで、各反射時における界面透過率を考えてみると、光散乱導光体の指向出射性の説明中で述べたと同様の議論により、 $\theta_i > \alpha_c$ (臨界面角; PMMA-空気界面で 42°)の条件では全反射が起こり、 θ_i が α_c を下回ると透過率が急上昇し、 θ_i が所定値(PMMA-空気界面で 35° 前後)以下で透過率はほぼ一定となる。図では、 $\theta_2 > \alpha_c > \theta_4 > \theta_6$ の関係により、出射光B4、B6が生じている様子が描かれている。

【0042】このような効果は、代表光線B0(無散乱光)に限らず、1次散乱光や多重散乱光についても類似した形態で生じている筈であるから、全体としては、この効果によって光入射面2から遠ざかる程光取出面3からの光出射率が高められていることになる。この効果を、光入射面2からの距離xの関数 $f(x)$ で評価すると、 $f(x)$ はxに関する増加関数である。一方、光入射面2に近い部分では光源Lに近いという効果が直接光、散乱光いずれについても働く。この近接効果を $g(x)$ で評価すれば、 $g(x)$ はxに関して減少傾向を有する関数とみることが出来る。

【0043】従って、近接効果 $g(x)$ と $f(x)$ が相殺される関係にあり、光散乱導光体1の出射光強度(明るさ)が均一化される作用が生じることになる。また、光散乱導光体1内の光が光取出面3に入射する機会も、楔形状の効果によって入射面2から遠ざかるにつれて増大する傾向を持つと考えられるから、この傾向も上記増加関数 $f(x)$ で評価される効果を補強しているものと考えられる。

【0044】なお、両面3、4のなす角度 ψ に絶対的な制限は特にないが、明るさのレベル、均一度、指向特性等を考慮した実際的な範囲として、 $0.5^\circ \leq \psi \leq 6^\circ$ という値が得られている。また、傾斜した裏面4(場合

によっては光取出面3)を曲面とすることにより、反射角 $\theta_1, \theta_2, \theta_3 \dots$ の増大推移を制御し、より望ましい特性を実現することも可能である。また、楔形状の断面は必ずしも光散乱導光体1の全体に互る必要はなく、光源の映り込みによる輝度むらを防止する為に、光入射面2の近傍の傾斜を緩めて平坦化したり、場合によっては逆傾斜部を形成する場合もある。

【0045】以上述べた断面楔形状の光散乱導光体を採用したことによる効果は、裏面4に沿って光反射機能を有する手段を配置した場合にも同様に成立することは明らかである。このような手段の最も簡単なものは、銀箔のような正反射性の部材であるが、本願発明では反射型の偏光変換手段2(以下、「偏光変換素子」という呼称でこれを代表させる。)を配置する。なお、偏光変換素子2の構成と機能については後述する。

【0046】本発明者は、このような楔形状断面部分を有する指向出射性の光散乱導光体からなる平行光束化素子と近似的なブリュースター角条件を利用した偏光分離手段と、上記反射型の偏光変換手段を組合せて用いることにより、平行光束化素子の両側で多重的な偏光化過程が発生し、高い光エネルギー利用率で光束の偏光化が達成されるという原理を見出した。本願発明は、この原理に基づいた偏光化機能付の面光源装置を提供したものであり、平行光束化素子、ブリュースター角条件を利用した偏光分離手段並びに偏光変換素子の組合せ方、それによる多重的な偏光化過程の具体的内容については、次の実施例の中で述べることにする。

【0047】

【実施例】図4(1)は、本願発明に係る偏光化機能付の面光源装置の構成の基本形に相当する実施例を断面図で示したものであり、図4(2)は使用される偏光変換素子の裏面側斜面上に形成されている起伏面の外観を例示したものである。図4(1)中、図3と共通する要素については同じ符号が使用されている。符号1は楔形断面形状を有する指向出射性の光散乱導光体からなる平行光束化素子を表わしており、ここではその材料としてポリメチルメタクリレート(PMMA)中にシリコン系樹脂材料粒子(径 $2\mu\text{m}$ 、屈折率 $=1.4345$)を $0.07\text{wt}\%$ の割合で一様に分散させたものが使用されている。平行光束化素子1のサイズは、図中左右方向の長さが 68mm 、幅が 85mm 、光入射面2側の端部で 4.0mm 、末端部6で 0.2mm とした。

【0048】Lは平行光束化素子1の入射面2から 1mm 離して配置された直径 3mm の蛍光ランプで、このランプ1から右方に向かって光を入射させ、光取出面3から平行化された光束を取り出す配置とした。また、Rは入射面2から入射する光量を可能な限り多く確保する為に適宜配置される反射体で、ここでは銀箔製シートで光源Lを取り囲むように配置した。

【0049】平行光束化素子1の裏面4側には、薄い空

10

20

30

40

50

気層 5 を挟んで、あるいは空気層を挟まずに裏面 4 に密着させて、偏光変換素子 2 が配置されている。偏光変換素子 2 は、プリズム内部における反射（通常は、屈折率臨界条件を利用した全反射）に伴う偏光変換作用を利用して、面光源装置の偏光化機能を強化するものであり、その構造及び作用の詳細については後述する。

【0050】また、空気層 7 を挟んで平行光束化素子 1 の光取出面 3 と対向する位置には、偏光分離手段としての偏光分離板 8 が配置され、更にその外側には空気層 9 を挟んで光出射方向修正素子 10 が配置されている。符号 11 は、光出射方向修正素子 10 の光出射面であり、面光源装置としての光出射面でもある。この面光源装置を液晶表示装置のバックライト光源として使用する場合には、光出射方向修正素子 10 の更に外側に液晶表示パネルが配置される。

【0051】偏光分離板 8 は、透明な光学材料からなる板状体で構成され、ここでは代表的な光学ガラスである BK-7（屈折率 1.5163）からなる厚さ 1mm の平坦な板状部材を使用した。空気層 7 の屈折率 $n_0 = 1$ として、ブリュースター角の値は 56.60° となる。

【0052】以下、このような偏光分離板 8、平行光束化素子 1 並びに偏光変換素子 2 を組み合わせた偏光化機能付面光源装置の機能の概要について説明する。説明の都合上、偏光分離板 8 と平行光束化素子 1 の作用に基づいた偏光化機能と、光出射方向修正素子の光出射方向修正機能について先に述べ、次いで、偏光変換素子に関する記述を行なう。

【0053】図 4（1）において、光源 L の放射光及び反射体 R からの反射光は、光入射面 2 から平行光束化素子 1 の内部に進入し、平行光束化素子 1 内部の屈折率不均一構造（ここでは、異屈折率粒子）による散乱を受けながら、平行光束化素子 1 の末端部 6 に向けて導光される。その過程において光取出面 3 から徐々に光が出射されるが、「作用」の欄で述べた理由により、出射光は平行光束化されて明瞭な指向性を有するものとなっている。そこで、この平行化光束を光線 C0 で代表させ、平行光束化素子 1 から出射された光の挙動を光線追跡形式で記したものが図 5 である。

【0054】「作用」の欄で説明したように、平行光束化素子 1 の基材に PMMA を使用したケースでは光取出面 3 に立てた法線 H0 から測って 65° 前後の方向へ強く光出射が起ることから、代表光線 C0 の出射角は 65° とする。

【0055】平行光束化素子 1 の光取出面 3 から出射された代表光線 C0 は、空気層 7 を直進して偏光分離板 8 の下面 8a に入射し、偏光分離板 8 内に進入する光線 C1 と反射して再び平行光束化素子 1 に向かう光線 C2 に分割される。光線 C1 は面 8a で屈折し、偏光分離板 8 内を直進し、偏光分離板 8 の上面 8b に至り、外部出射光線 C3 と内部反射光線 C4 に分割される。内部反射光

線 C4 は更に下面 8a に戻り、再度内部反射光線 C7 と空気層 7 へ進む光線 C8 に分割される。内部反射光線 C7 は上面 8b で、再度外部出射光線 C9 と内部反射光線 C10 に分割される。以下、内部反射光線は同様の過程を繰り返す。

【0056】一方、空気層 7 を平行光束化素子 1 へ向かって直進する光線 C2 及び C8 は、光取出面 3 で平行光束化素子 1 内に再入射する光線 C11、C13 と反射光線 C12、C14 に分割される。反射光線 C12、C14 は再度偏光分離板 8 へ向い、C0 と同様の経路を辿る。

【0057】このような多重反射／透過のプロセスを通して、光線 C0 の光エネルギーも各界面 3、8a、8b において反射光線と透過光線に分割・分配されるが、その分配割合は P 偏光成分と S 偏光成分とで大きく異なっている。また、偏光分離板 8 を構成する厚さ 1mm の BK-7 板の内部光線透過率は 99.9% 以上であり、その吸収損失は無視出来る程小さい。そこで、光線 C0 を P 偏光成分のエネルギーと S 偏光成分のエネルギーを 100 づつ等量に有する偏光度 0 の自然光とした場合の各光線 C1～C14 の偏光成分別エネルギー量を計算し、その結果を図中に併記した。

【0058】例えば、光線 C0 が C1 と C2 と分割される際には、P 偏光成分の透過率は極めて高く 98.8% を示すが、S 偏光成分の透過率は 76.6% しかない。従って、光線 C2 は殆ど S 偏光成分のみに偏光した光となっている。即ち、BK-7 のブリュースター角 56.60° から 10° 程度ずれた範囲では、近似的にブリュースター角条件が満たされていると言うことができ、反射光線 C2 の S 偏光率は極めて高い（もし、C0 の入射角がブリュースター角 56.60° に一致すれば、反射光線 C2 の S 偏光率は当然 100% となる）。

【0059】光線 C1 が偏光分離板 8 の上面 8b に入射した場合の偏光成分別反射率も、P 偏光成分 1.2%、S 偏光成分 23.4% となる。従って、外部に出射される光線 C3 の偏光成分別エネルギー量は P 偏光成分 97.6%、S 偏光成分 58.7% であり、相当程度の偏光度を有していることが判る。同様の計算を C4 以下について行なった値は図中に示されている。それらの数値から明かな如く、光線分割が繰り返されるにつれて、P S 各偏光成分のエネルギー量が急激に減少するので、図 5 に示した光線 C3 と C9 から近似的に外部出射光の偏光成分別エネルギー量を見積ると、P 偏光成分 = 97.6%、S 偏光成分 = 61.9% となる。

【0060】このように、図 5 に示された光線のみを考慮した場合でも、相当程度に偏光化された出射光束が得られていることが判るが、平行光束化素子の光取出面に対向して配置される偏光分離手段（第 1 の実施例では BK-7 板）から平行光束化素子に戻された光（以下、戻り光と言う。）が再利用されるプロセスにより、偏光化機能が更に強化されている。

【0061】図5の例で言えば、光線C11とC13に付記された数値に示したように、戻り光はほぼ完全にS偏光となっている。この戻り光は、平行光束化素子1を構成する光散乱導光体内を伝播する過程で再び散乱、反射等のプロセスを経た上で、その大部分が光取出面3から出射される。その際の出射指向性を考察してみると、入射面2から入射した場合程ではないが、やはり全体として図5で右方に向かう前方散乱性は保存されているから、「作用」の欄で述べた原理により、やはり光線C0の出射方向で代表し得る弱い指向性を有しているものと考えられる。

【0062】ところで、大半がS偏光成分からなる光線C11（S偏光成分18.2）やC13（S偏光成分10.6）は、平行光束化素子内で上記散乱、反射等のプロセスを経ることによってその偏光方向が乱されることになる。これを偏光スクランブル効果と呼ぶことにすると、この偏光スクランブル効果により、C11あるいはC13に由来する光取出面3からの出射光のS偏光度はかなり低下せられる。

【0063】もし、偏光スクランブル効果が完全であり、無損失で光取出面3から再出射されると仮定すれば、そのエネルギー量は、C11由来分についてP偏光成分9.1、S偏光成分9.1であり、C13由来分については、P偏光成分5.3、S偏光成分5.3となる。

【0064】両者を加算すると、P偏光成分=14.4、S偏光成分=14.4となる。この光がC0と同様の履歴を経るものとすれば、 $(14.4/100) \times 97.6 = 14.1$ のエネルギー量が偏光分離板8の上面8bからの出射光束のP偏光成分に加算される。従って、このモデルから近似的に評価される最終的なP偏光成分エネルギー量は $97.6 + 14.1 = 111.7$ となる。また、S偏光成分エネルギー量は $61.9 + (61.9/100) \times 14.1 = 70.6$ となる。

【0065】即ち、平行光束化素子1の光取出面3から出射された光束の一部がS偏光化されて戻り光となり、その少なくとも一部が平行光束化素子1内で無偏光化されて平行光束化素子1の光取出面3から再出射され、再度偏光分離板によるS偏光排除作用を受けるという、リサイクル的な偏光化過程が取り入れられている。それ故、上記事例で説明した如く、少なくとも原理的には、自然光に含まれるP偏光成分を100%以上に増幅する作用を果たさせることも可能である。このような特徴は、以下に述べる各実施例においても共通して備わっている特徴である。

【0066】なお、上記第1の実施例の説明では平行光束化素子1の（初回の）出射光を出射角 65° のC0で代表させたが、出射角の条件が 10° 程度変化したとしても現象の本質は殆ど変化しない。図6は、これを理解する為のグラフで、横軸にBK-7板への入射角（=光取出面3からの出射角）をとり、縦軸にP、S各偏光成

分の1回透過の透過率（8bからの全出射エネルギー/8aへの全入射エネルギー；戻り光の再入射は考えない。）をとったものである。グラフから判るように、 $55^\circ \sim 75^\circ$ のほぼ全域に亘ってP偏光成分の透過率は約80%を越えており、S偏光成分の透過率はそれを約20%以上下回っている。従って、光取出面3からの出射光束の伝播方向に多少の拡がりあるいはずれがあっても、上記説明の本質的な部分に変更を要しないことは明らかである。

【0067】ところで、上記偏光化のプロセスの説明からも判るように、代表光線C0の大きな出射角（上記例では、 65° ）で特徴付けられる出射光の指向性は、偏光分離手段8からの出射光束についても強く残っており、通常の用途（液晶表示装置のバックライト光源等）で要求されることの多い正面方向あるいはこれに近い方向に光を出射する面光源装置のニーズに応える為に最適であるとは言えない。

【0068】偏光分離板8の外側に配置される光出射方向修正素子10は、このような要求に応えるもので、プリズム作用を通して偏光分離板8の光出射面8bから出射される指向性の光束の伝播方向を正面方向に修正する機能を有している。以下、図7（A）、（B）を参照図に加えて、この光出射方向修正素子の光出射方向修正機能について説明する。

【0069】図7（A）は、光出射方向修正素子の典型的な構造と配置を説明する図、図7（B）は変形型の配置を示したものであり、両図は図4（1）、図5に示した配置における偏光分離板及び光出射方向修正素子の周辺部分を抽出拡大した断面図に、光線C3、C9の追跡経路を併記した形で提示されている。両図において、光出射方向修正素子10、10'は、例えばポリカーボネート（PC；屈折率 $n_{pr}=1.59$ ）のような光学材料からなり、一方の面に多数のプリズム面10a、10b（頂角 θ_{pr} ）あるいは11a、11b（頂角 θ'_{pr} ）が形成されている。光出射方向修正素子10、10'は、そのプリズム形成面を図7（A）のように光入射面とするか、逆に図7（B）のように光取出面として使用する。

【0070】先ず、図7（A）では、前記の図5の関連説明から、偏光分離板8の光取出面8bに対して 65° の出射角で出射されるように描かれているC3、C9は、前記代表光線C0に由来して偏光分離板8から出射される光束をほぼ代表しているものと考えられる。これら代表光線C3、C9は、空気層9（屈折率 $n_0=1.0$ ）を直進した後、光出射方向修正素子10のプリズム面10aに垂直に近い角度で入射する。

【0071】プリズム面10aと相反する側のプリズム面10bに入射する光量の割合は相対的に小さいと考えられることが出来るから、代表光線C3、C9はプリズム面10bまでほぼ直進して正反射され、光出射方向修正素

子 1 0 の平坦な光取出面 1 1 に対して垂直に近い角度で入射し、該面 1 1 から垂直方向に近い角度で出射する光束 D となる。

【 0 0 7 2 】入射側のプリズム面 1 0 a の傾斜角 θ_a を、光束 C3、C9 がほぼ垂直に入射するように設定すると共に（ここでは $\theta_a = 25^\circ$ ）、他方のプリズム面 1 0 b の傾斜角 θ_b を内部反射光が平坦な光取出面 1 1 にほぼ垂直に入射するように設定（ここでは $\theta_b = 65^\circ / 2 = 32.5^\circ$ ）すれば、光束 D の方向を垂直方向により正確に一致させることが出来る。このように、プリズム面の形成角度を選択することを通して、光束 D の方向特性を調整することが可能である。

【 0 0 7 3 】次に、図 7 (B) は、光出射方向修正素子 1 0' をそのプリズム面 1 1 a、1 1 b が外側に向く配置とした場合について、代表光線 C3、C9 の挙動を説明した断面図であり、図 7 (A) の場合と同様に、代表光線 C3、C9 は、空気層 9（屈折率 $n_0 = 1.0$ ）を直進した後、光出射方向修正素子 1 0' の平坦面 1 0' a に対して傾斜した角度で入射し、上方に向けて屈折され、その大半は反対側のプリズム面 1 1 a から垂直に近い角度で光束 D' として出射される。光出射方向修正素子 1 0' を構成する材料の屈折率やプリズム面 1 1 a、1 1 b の傾斜角 $\theta'a$ 、 $\theta'b$ の値によっては、プリズム面 1 1 a から一旦空気中に出射された上で対向するプリズム面 1 1 b で正反射されて正面方向へ向かう光路が利用される場合もある。

【 0 0 7 4 】このように、図 4 の配置に、図 7 (A)、(B) いずれの配置を適用した場合にも、偏光分離板 8 からの出射光の方向特性や光出射方向修正素子を構成する材料と関連させて各プリズム面の傾斜角等を適当に選択することにより、相当程度の範囲に亘って光の出射方向を制御出来る。

【 0 0 7 5 】なお、光出射方向修正素子 1 0、1 0' は、図示したように列状にプリズム面が形成されたものに限らず、いかなる型のものを使用しても良い。例えば、3 角錐状あるいはドーム状の突起群を分布させたフィルム、かまぼこ形断面を有する列状凸部を有する板状素子等が考えられる。また、複数枚重ねて使用することも考えられる。

【 0 0 7 6 】以上が、偏光分離板 8 と平行光束化素子 1 の協働的な作用に基づいた偏光化機能並びに光出射方向修正素子の光出射方向修正機能の概要であるが、この偏光分離板 8 と平行光束化素子 1 の協働的な作用による偏光化機能については必ずしも十分なものとは言えず、相当の改善の余地が残されている。即ち、上記説明の中でも明らかにしたように、戻り光中に多く含まれる S 偏光成分の P 偏光成分への変換は、専ら平行光束化素子 1 の偏光スクランブル効果に頼って行なわれている故に、特に平行光束化素子 1 の楔形状末端部 6 の近傍においてスクランブル効果が不十分となりがちである。

【 0 0 7 7 】平行光束化素子 1 の裏面 4 に沿って配置される偏光変換素子 Σ は、このような状況を克服する手段を与えるものであり、平行光束化素子 1 の裏面 4 を透過する光について、その S 偏光成分を P 偏光成分化する機能を有している。以下、平行光束化素子 1 の裏面側に配置される偏光変換素子 Σ について詳しく説明する。

【 0 0 7 8 】この偏光変換素子は、光学材料からなる三角柱状の直角プリズムを各三角柱の軸方向が互いに直交する 3 方向を向くように順次連結させて一体形状の複合プリズム領域を構成し、その内部に 3 回の全反射を含む屈曲光路を形成することにより、入射光線の偏光方向を 90° 変換させた出射光が取り出せると言う原理を利用したものである。

【 0 0 7 9 】図 8 は、偏光変換素子 Σ の主要部を構成する複合プリズム領域の基本単位を形成する偏光変換ユニットの構造を表わした斜視図であり、先ず、この図を用いて偏光変換素子 Σ の偏光変換の原理について説明する。同図において、全体を符号 $\Sigma 1$ で表わされた偏光変換ユニット $\Sigma 1$ は、本願発明で使用される偏光変換素子の基本構成要素となっているものである。

【 0 0 8 0 】この偏光変換ユニット $\Sigma 1$ は、図示されているように、3 個の三角柱形状の二等辺直角三角プリズム ABCDEF、DCGEFJ、DGHIFJ を各三角柱の軸方向が順次互いに直交した 3 つの方向を向くように連結させた一体形状の光学材料からなる体積領域を有している。このような複合プリズムを構成する光学材料としては、透光性を有するプラスチック材料（アクリル樹脂等）や光学ガラスなどの光学材料が使用可能であるが、材料の成形加工の容易性を考慮すると、前者を採用することが好ましい。

【 0 0 8 1 】材料の屈折率としては、1.4142（空気に対する全反射条件を与える内面入射角が 45° ）～2.0 程度の範囲を考えるのが実際のであり、通常の光学材料の多くがこの条件を満たしている。

【 0 0 8 2 】このような複合プリズムで構成される偏光変換ユニット $\Sigma 1$ は次の様な偏光変換機能を有している。今、正方形の表面領域 ABCD（面 51a）に対して垂直に、小矢印で表示したように辺 AB と平行な方向の電場ベクトル振動面を有する直線偏光 L1 が入射した場合を考えると、光線 L1 の伝播経路は、面 51a への入射点 R0 → 面 51d 上の全反射点 R1 → 面 51e 上の全反射点 R2 → 面 51f 上の全反射点 R3 → 面 51b からの出射点 R'0 の順となり、入射光線 L1 と出射光線 L1' は平行な関係（伝播方向は逆）となっている。

【 0 0 8 3 】そして、偏光方向は全反射点 R1 では保存されるが、R2 では辺 HI に平行な方向に 90° 変換され、R3 ではその変換された状態が保存されて、光線 L1' として出射される。即ち、出射光線 L1' は入射光線 L の偏光方向を 90° 回転したのとなっている。

【 0 0 8 4 】同様に、入射光線 L1 の偏光方向が AB と

垂直な場合には、出射光線 $L1'$ の偏光方向は辺 HI に垂直方向、即ち、辺 AB と平行な方向に変換される。このことから、重ね合わせの原理により、偏光変換ユニット $\Sigma 1$ は偏光方向の条件如何に関わらず、入射光線の偏光方向を 90° 変換する作用を有していることが判る。従って、入射光線 $L1$ として S 偏光成分に富んだ光を想定すれば、出射光 $L1'$ は P 偏光に富んだ光に変換されることになる。また、入射光 $L1'$ の有効面への入射角が正確に垂直でない場合には変換効率は低下するが、垂直入射条件からのずれが大きくない限り、相当の偏光変換効率

【0085】このような偏光変換作用が発揮される入射範囲は、 $ABCD$ で囲まれた面 $51a$ である。また、光の伝播方向を逆にとれば、 $IDGH$ で囲まれた面 $51b$ が $51a$ と等価な入射面を与えることは明らかである。以後、この2つの面 $51a$ 、 $51b$ あるいはこれに相当する面を「有効面」と呼ぶことにする。

【0086】これに対して、点 CDG で囲まれた三角形の面 $1c$ に光を垂直に入射させた場合には、光の殆どが三角柱 $CDGEFJ$ の軸方向に平行に透過するだけであり、偏光変換作用には寄与しない。以後、この面 $51c$ あるいはこれに相当する面を「無効面」と呼ぶことにする。なお、この無効面の裏面 EFJ に反射膜を形成し反射性の無効面とすることが出来る。また、有効面の裏面側の傾斜面上にも合わせて反射膜を形成（例えば、アルミニウムの蒸着）すれば、偏光変換素子を構成する複合プリズム領域の材料に関する屈折率条件 (>1.4142) を緩和することも出来る。

【0087】偏光変換ユニット $\Sigma 1$ の入射面 $ABCGHI$ D 全体に占める有効面の割合は 80% 、無効面の割合は 20% となる。仮に、入射面 $ABCGHI$ D と合同な断面を有する直線偏光平行光束を偏光変換ユニット $\Sigma 1$ に垂直に入射させると、その 80% について偏光方向が変換されることになる。

【0088】本願発明では、多数の偏光変換ユニット $\Sigma 1$ を種々の形態で並列配置させて厚さ寸法が相対的に小さな偏光変換素子を構成し、各偏光変換ユニット $\Sigma 1$ の有効面を集合積算的に利用することにより、大断面積の入射光束について高い効率で偏光変換作用を発揮させる。

【0089】多数の偏光変換ユニット $\Sigma 1$ を並列配置させた場合には、形状上の制約から、有効面、無効面いづれにも占有されない部分が生じる。この部分を便宜上「空白部」と呼ぶことにする。空白部の前面（光入射側から見て入口側）あるいは底面（光入射側から見て出口側）に反射膜を配すれば、反射性の空白部とすることが出来る。

【0090】多数個の偏光変換ユニット $\Sigma 1$ の並列配置形態には種々の自由度が考えられるが、大別すると、各偏光変換ユニット $\Sigma 1$ を別個に配列する態様と、幾つか

（例えば、4個以上）の偏光変換ユニット $\Sigma 1$ を一体化してブロック（以下、「連結ブロック」と言う。）としたものを配列単位とする態様とがある。

【0091】更に、これら偏光変換ユニット $\Sigma 1$ あるいは連結ブロックを並列配列させる場合に、各偏光変換ユニット $\Sigma 1$ の有効面が同一平面上に乗るように配置する態様と、複数の互いに平行な傾斜面上に分布配置される態様とがある。後者の考え方をを用いれば、偏光変換素子の延在方向に対して傾斜した方向を向いた多数の有効面を持つ偏光変換素子を構成することが出来るから、有効面への垂直入射条件をより正確に満たし易くなる。これらいずれの配置においても、偏光変換素子の偏光変換作用が偏光変換ユニット $\Sigma 1$ の偏光変換作用に基礎を置いていることに変わりはない。

【0092】なお、実際に偏光変換素子を構成する場合には、機械的強度や製造プロセス（プラスチック材料の射出成形による製造法が代表的である。）の観点から、多数の偏光変換ユニット $\Sigma 1$ あるいは連結ブロックを、光学材料で構成された基板領域と光学的且つ機械的に結合（射出成形による境界なしの一体化、透明接着剤による接着等）することが好ましい。

【0093】基板領域は、全体としては平板乃至シート状の形状をとることが通常であるが、基板領域と偏光変換ユニット相当部分との（幾何学的な）境界面は、必ずしも一平面に乗っていないとも良く、また、基板領域の全体的な延在方向で規定される偏光変換素子の延在平面に対して傾斜した関係を持たせ、偏光変換素子の延在平面に対して傾斜した角度で入射した光に対して偏光変換作用を及ぼす配置とすることが出来る。この傾斜角は、有効面への垂直入射条件を満たすように選択されることが好ましい。

【0094】以下、図9～図13を順次参照図に加えて、本願発明で使用される偏光変換素子 Σ の代表的な例について説明する。図9（1）は、偏光変換素子 Σ の第1の例を断面図で略記したものであり、図9（2）は、基板領域に結合された偏光変換ユニット並列形成領域の単位要素を抽出拡大し、基板領域の表側から見た透視斜視図の形で示したものである。

【0095】図9（1）に示されているように、偏光変換素子 Σ 全体は、基板領域 $Q1$ と偏光変換ユニット並列形成領域 $\Sigma'1$ で構成されている。偏光変換ユニット並列形成領域 $\Sigma'1$ は、図9（2）に示された形状の偏光変換ユニット連結ブロック $\Sigma 4$ を基板領域 $Q1$ の裏面側に個別に並列分布させたもので構成されている。偏光変換ユニット連結ブロック $\Sigma 4$ の配列パターンは任意であり、相互に接近して配置されているが偏光変換ユニット連結ブロック $\Sigma 4$ 同士が系統的に連結されてはいない。この偏光変換ユニット連結ブロック $\Sigma 4$ 自体の構造は、4個の偏光変換ユニットを放射状に連結し、中央部を正方形の穴部 A としたものである。図9（2）には、偏光変換

ユニット 1 個分について、図 8 に準じた符号が併記されている。

【0096】4 個の偏光変換ユニットを連結する代表的な方法は、ブロック $\Sigma 4$ を同一光学材料で構成された一体のものとするところである。また、各偏光変換ユニットの面 51a ~ 51c 相当面と基板領域 Q1 の光学的並びに機械的な結合についても同様の一体化を図ることが好ましい。従って、偏光変換素子 Σ を同一光学材料で構成された一体のものとするのが望ましい。1 つの透明プラスチック材料（アクリル樹脂等）の射出成形により偏光変換素子 Σ を製造する手法を採用すれば、このような一体化は容易に実現出来る。

【0097】各偏光変換ユニットの光入出射面（51a ~ 51c 相当面）は、同一平面上にあり、偏光変換素子 Σ の延在方向に対して垂直に直線偏光光束が入射すると、基板→偏光変換ユニット→基板の U ターン経路を経て、偏光方向が 90° 変換された光束となって出射される。図 9（1）に併記したように、平行光束化素子 1 の裏面 4 から出射される光の方向には相当の拡がりがあるから、その何割かについて偏光方向が 90° 変換される。

【0098】平行光束化素子 1 の裏面から出射される光、特に、末端部 6（図 4 参照）に近い部分で出射される光には、戻り光に由来する S 偏光成分が多く含まれるから、全体としては、平行光束化素子 1 のスクランブル効果の弱い末端部の P 偏光化機能を補う形で面光源の偏光化機能が強化、平準化されることになる。

【0099】なお、この実施例の場合、穴部 A の底部は基板領域 Q1 の裏面で与えられることになるが、この部分に反射膜を形成すれば、偏光変換素子 Σ を透過してしまう光量を減らし、これを偏光変換素子 Σ の表側へ戻すことが出来る。無効面 51c の裏面部（基板領域 Q1 の表面に相当）についても、同様の選択が可能である。このような穴部あるいは偏光変換素子裏面部の構成の変形態様は、以下の実施例についても同様に考えられるものである（各実施例において、この点に関する繰り返し説明は省略）。

【0100】次に、図 10 は、偏光変換素子 Σ の別の例を表わしており、偏光変換ユニット並列形成領域を 4 個の偏光変換ユニット連結ブロック $\Sigma 4$ を個別に多数形成する形態とする代わりに、多数の偏光変換ユニット連結ブロック $\Sigma 4$ を最密充填的に連結させて偏光変換ユニット並列形成領域としたものである。図 10（1）は偏光変換素子全体の概略断面構造を略記したものであり（図 9 の場合と特に区別せず。）、図 10（2）は、基板の裏面に形成された偏光変換ユニット並列形成領域 $\Sigma' 1$ の一部を基板裏面側から見た外観（起伏パターン）を斜視図で表したものである。

【0101】図 10（2）には、ブロック $\Sigma 4$ の連結態様が描かれており、1 個分のブロック $\Sigma 4$ について、穴

部 A、平坦部 B、傾斜部 C が指示されている。平坦部 B は前述した無効面 51c の裏面に相当した位置にあり、傾斜部 C は有効面 51a の裏面に相当した位置にある。

【0102】図 11（1）は、この偏光変換素子の例について、図 10（2）に示した偏光変換ユニット並列形成領域 $\Sigma' 1$ の起伏のパターンを記号化して示したものである。記号 A、B、C が各々穴部、平坦部、傾斜部を表すことは図 10（2）と同様であるが、傾斜部 C には、矢印を用いて傾斜の向きが示されている。矢印の向きは、図 11（2）に示したように、偏光変換素子 Σ の裏面側に突出した稜線部分から基板領域 Q1 に向かうものとされている。また、併記された数値は、偏光変換素子を透明プラスチック材料の射出成形で製造する際の寸法（単位は mm）の一例である。

【0103】図 12 は、図 9 ~ 図 10 に示した実施例の変形型について偏光変換素子裏面の起伏パターンを表したもので、その表記法は図 11 と同じである。この例が、図 9 ~ 図 10 に示した例と異なるのは、偏光変換ユニット 4 個からなるブロックの連結配置パターンのみである。この連結パターンは、図 11（1）の連結パターンの各ブロック単位列をブロック半ピッチ分ずらせた（ディスロケイトさせた）ものに相当している。これら両例についても、偏光変換素子全体を同一光学材料（特に、透明プラスチック材料）で一体化した構造とすることが最も有利と考えられる。射出成形技術を採用すれば、起伏パターンの形状・寸法は使用する金型の形状で自由に選択することが出来る。

【0104】また、いずれの起伏パターンとした場合にも、各偏光変換ユニットの光入出射面（51a ~ 51c 相当面）は、同一平面上にあり、偏光変換素子 Σ に延在方向に垂直に直線偏光光束が入射すると、基板→偏光変換ユニット→基板の U ターン経路を経て、偏光方向が 90° 変換された光束となって出射されることに変わりはない。従って、これら図 10 ~ 図 12 に示したいずれの偏光変換素子を平行光束化素子 1 の裏面 4 に沿って配置した場合にも（図 4 参照）、図 9 に示した偏光変換素子を用いた場合と同様の理由により、面光源装置の偏光化機能が強化される。

【0105】次に、図 13 は光の入出射方向を偏光変換素子の延在方向に対して傾斜した方向にとることが出来る 2 つの例を表わしたものである。これらの例では、光の入出射方向を偏光変換素子の延在方向に対して傾斜した方向にとる為に、基板領域の両面あるいは裏面側（偏光変換ユニットとの光学的・機械的な結合をとる側）の形状が、繰り返し傾斜面を有するものとされている。

【0106】図 13（1）は、基板領域の両面を繰り返し傾斜面としたもので、基板領域の表側に光入出射面として機能する傾斜面 Qa と実質的に光入出射面として機能しない傾斜面 Qb が交互に形成されており、裏面側の偏光変換ユニット並列形成領域との境界面はこの表側の

同等の形状とされている。この傾斜した境界面上には、図 13 (3) に例示したような起伏形状パターンが形成されている。この図 13 (3) の描図は、図 10 ~ 図 12 の場合と同じく、偏光変換素子 2 の裏側から偏光変換ユニット並列形成領域を見た起伏形状パターンを表わしている。起伏パターンの型としては、図 10、図 11 に示されたものが例示されているが、これを図 12 に示した型のものに代えることも出来る。また、図 9 に示した 4 個連結ブロック型のものを多数並列配置しても良い。

【0107】これらいずれの場合にあっても、偏光変換ユニット並列形成領域と基板領域の境界面（偏光変換素子 2 の延在方向に対して傾斜）は、両者の間の光学的・機械的な結合を確保するものであれば良いが、前述した各実施例の場合と同じく、偏光変換素子全体を射出成形技術によって一体的に構成することが、光学的・機械的な結合を自動的に確保する最も実際的な方法である。

【0108】この図 13 に示した型の偏光変換素子の大きな利点は、平行光束化素子 1 の裏面 4 から出射される光の方向性、特に、戻り光の方向性に合わせて基板領域の繰り返し傾斜面の傾斜角度を選択することを通して、偏光化機能を一層高めることが出来る点にある。

【0109】今、1 例として戻り光を図 5 の代表光線 C0（出射角 65° ）に由来したものとし、PMMA をマトリックに使用した平行光束化素子 1 の楔形状の角度 ψ （図 3 参照）を約 3° とすると、平行光束化素子 1 へ再入射して裏面 4 へ直進した光の入射角 β_1 は 35° 程度となり、出射角 β_2 は約 60° となる。

【0110】そこで、図 13 (1) に示した例では、傾斜面 Qa が入射光の伝播方向に対して垂直となるように偏光変換素子 2 の延在方向に対して約 30° の傾斜をもって形成されている。また、傾斜面 Qb は、入射光と平行となるように形成されていることが望ましい。この条件により、入射光を効率的に偏光変換素子 2 の偏光変換ユニット形成領域における各有効面に垂直に入射させることが可能になる。偏光変換ユニット並列形成領域における各有効面、即ち、図 8 における面 51a、51b に相当する面に垂直に入射する S 偏光成分に富んだ光は、既述した偏光変換作用を受けて P 偏光成分に富んだ光として偏光変換素子 2 から出射され、平行光束化素子 1 へ再入射する。これにより、平行光束化素子 1 内を伝播する光の P 偏光成分が増加し、従って、面光源装置全体の偏光化機能が強化される。

【0111】一方、図 13 (2) は基板領域の繰り返し傾斜面を裏面側のみに形成した実施例を表わしている。この場合には、入射光及び出射光が基板領域表側面 Qc で空気との屈折率差に応じた屈折作用を受ける。従って、図 13 (1) と同じ条件で戻り光を考え、偏光変換素子 2 の材料を平行光束化素子 1 と同じ PMMA としたケース（ $\beta_1 = 約 35^\circ$ ）では、偏光変換素子 2 の裏面に形成された傾斜面 Qd の傾斜角は、傾斜面 Qd が入射

光の伝播方向に対して垂直となるように偏光変換素子 2 の延在方向に対して約 35° の傾斜をもって形成されることが望ましい。また、傾斜面 Qe は、入射光と平行となるように形成されていることが望ましい。この条件により、入射光を効率的に偏光変換素子 2 の偏光変換ユニット形成領域における各有効面に垂直に入射させることが可能になる。従って、図 13 (1) の場合と同様に、面光源装置全体としての偏光化機能が強化されることになる。

【0112】なお、偏光変換ユニット並列形成領域の起伏パターンとしては、図 13 (1) の場合と同じく特に制限は無く、図 9、図 10 に示した型あるいは図 12 に示した型のものが採用可能である。

【0113】また、偏光変換ユニット並列形成領域と基板領域の境界面における光学的・機械的な結合を確保する為には、前述した各例の場合と同じく、偏光変換素子 2 全体を射出成形技術によって一体的に構成することが最も実際的な方法である。

【0114】以上、偏光変換素子 2 の種々の例について説明したが、本願発明で使用される偏光変換素子 2 はこれらの例に限定されるものではない。図 8 に示した型の偏光変換ユニットを多数並列配置して構成されるものであれば、任意のものが使用可能である。

【0115】基板領域を偏光変換ユニット並列形成領域に光学的・機械的に結合する方法としては、上述した射出成形技術による他に、透明な接着剤を用いた接着、両者を密着配置した上で枠部材等で固定する等の手段も考えられる。

【0116】ところで、既に触れたように、本願発明の偏光化機能付面光源装置の特徴が極めて有効に生かされる代表的な事例として、液晶表示装置のバックライト光源手段への適用がある。即ち、従来の面光源装置には本願発明の偏光化機能付面光源装置のような偏光化機能が備わっていないために、液晶表示パネルの光入射側に設けられている偏光板によって面光源装置の出射光の光エネルギーの約半分が遮断されて無駄になる現象が生じていたが、本願発明の偏光化機能付面光源装置を液晶表示装置のバックライト光源手段に採用すれば、バックライト光源出射光束の偏光方向と偏光板の偏光軸方向が平行となる配置をとるだけで、表示に有効に寄与する光エネルギーの割合を格段に向上させることが出来る。

【0117】図 14 は、本願発明に係る偏光化機能付の面光源装置を液晶表示装置のバックライト光源手段として使用した場合の基本的な配置を要素分解斜視図で示したものである。この実施例では、バックライト光源手段として先に説明した本願発明の実施例（図 4 参照）に示したものと同一型の偏光化機能付面光源装置が使用されており、共通する要素については同じ符号で指示がなされている。

【0118】即ち、符号 1 は楔形断面形状を有する指向

出射性の光散乱導光体からなる平行光束化素子で、ここではポリメチルメタクリレート (PMMA) 中にシリコン系樹脂材料粒子 (径 $2\mu\text{m}$ 、屈折率 $=1.4345$) を $0.08\text{wt}\%$ の割合で一様に分散させた材料からなるものが使用されている。この条件で有効散乱照射パラメータ E 及び相関距離 a を計算すると、 $E=7.39[\text{cm}^{-1}]$ 、 $a=1.3\mu\text{m}$ となる。また、平行光束化素子 1 のサイズは使用する液晶セルのサイズに合わせて、図中左右方向の長さが 68mm 、幅が 85mm 、光入射面側の端部で 4.0mm 、末端部で 0.2mm とした。

【0119】L は平行光束化素子 1 の入射面から 1mm 離して配置された直径 3mm の蛍光ランプで、このランプ 1 から右方に向かって入射した光は、光取出面 3 から平行化された光束として取り出される。R は入射面から入射する光量を可能な限り多く確保する為に適宜配置される反射体で、銀箔製シートが使用されている。

【0120】平行光束化素子 1 の裏面 4 には、上記説明したいずれかの偏光変換素子 Σ 、例えば図 13 (2) に示した型の偏光変換素子 Σ が配置されている。

【0121】符号 8 は平行光束化素子 1 の光取出面 3 と対向する位置に配置された偏光分離板 8 であり、更にその外側には光出射方向修正素子 10 が配置されている。偏光分離板 8 には、光学ガラス BK-7 (屈折率 1.5163) からなる厚さ 1mm の平坦な板状部材を使用した。また、光出射方向修正素子 10 はポリカーボネート (PC; 屈折率 1.59) からなるものを使用し、そのプリズム形成面を偏光分離板 8 の方向に向けて配置した。

【0122】これら要素からなる偏光化機能付面光源装置で構成されるバックライト光源部の光出射側には、2 枚の偏光板 12、14 とその間に配置された液晶セル 13 からなる液晶表示パネルが配置される。光入射側の偏光板 12 の透過偏光軸の方向は図中で水平方向を向くように設定される一方、光出射側の偏光板 14 の透過偏光軸の方向は図中で鉛直方向を向くように設定されている。

【0123】既に詳しく説明したように、光源 L、平行光束化素子 1、反射体 R、偏光分離板 8 及び光出射方向修正素子 10、偏光変換素子 Σ からなる偏光化機能付面光源装置から出射される光束は、高い偏光度を有しており、また、図中破線で示した方向に沿った指向性を有すると共に、平坦度の高い光強度プロファイルを有している。

【0124】平行光束化素子 1 と偏光分離板 8 を利用した偏光化プロセスの説明部分で明らかにしたように、偏光化機能付面光源装置から出射される光束は P 偏光化されているから、図示された配置条件では、その主たる偏光軸が図中水平方向を向くことになる。従って、バックライト光束として偏光板 12 に入射した光の内、偏光板

12 を透過する光量の割合が大きくなり、少なくとも原理的には、 50% を越える光透過率が確保される。

【0125】このような特徴は、液晶パネル入射側の偏光板の透過偏光軸の方向をどのように選択しても光エネルギーの少なくとも 50% が無駄になっていた従来の構成では全く期待出来なかったものである。

【0126】使用される平行光束化素子 1 を構成する光散乱導光体の散乱特性について要求される基本的な条件は特許請求の範囲に記載した通りであるが、ビデオカメラ、パーソナルコンピュータ、ワープロ、テレビジョン等のディスプレイ用に需要度が高いパネルサイズ 3 インチ \sim 10 インチの液晶表示装置のバックライト光源手段としての用途を考えた場合には、有効散乱照射パラメータ E 及び相関距離 a が次の範囲にある時に特に好ましい結果がもたらされることが確かめられている。

【0127】・有効散乱照射パラメータ E ; 2.77

$[\text{cm}^{-1}] \leq E \leq 9.24 [\text{cm}^{-1}]$

・相関距離 a ; $a \leq 7\mu\text{m}$

次に、図 4 あるいは図 14 に示した配置における偏光分離手段 (偏光分離板) 8 の幾つかの変形例について述べる。図 15 は、偏光分離手段として、平行光束化素子 1 の光取出面 3 に沿って平行配置される 2 枚の偏光分離板 8、8' を用いた場合の偏光分離機能を説明する図である。各偏光分離板 8、8' は吸収損失の少ない光学材料からなるもので、ここでは、共に板厚 1mm の PMMA (ポリメチルメタクリレート; 屈折率 1.492 、プリュースター角 $=56.17^\circ$; 内部透過の吸収損失は 0.01% 以下で、BK-7 の場合と同様、無視出来る。) の板状部材を用いた。

【0128】内側の偏光分離板 8 と外側の偏光分離板 8' は適当なスペーサ (図示省略) によって互いに 0.5mm 離隔配置され、その間隙に空気層 9 が確保されている。

【0129】また、外側の偏光分離板 8' の外側には、図 4 の実施例と同様の光出射方向修正素子 10 が空気層 9' を挟んで配置されている。

【0130】図 5 の場合と同様に、平行光束化素子 1 の光取出面 3 から出射される平行光束を出射角 65° の光線 $C0'$ で代表させ、平行光束化素子 1 から出射された光の挙動が光線追跡形式で記されている。また、各光線分岐時に伝播されるエネルギー量が、図 5 の場合と同じ表記法に従って併記されている (光線 $C0'$ の P 偏光成分 $=$ S 偏光成分 $= 100$) 。

【0131】代表光線 $C0'$ は、空気層 7 を直進して 1 枚目の偏光分離板 8 の下面 8a に入射し、偏光分離板 8 内に進入する光線 $C1'$ と、反射して再び平行光束化素子 1 に向かう光線 $C2'$ とに分割される。各光線 $C1'$ 、 $C2'$ は、以後、図示したような種々の分岐経路を辿って、一部は空気層 9 を経て 2 枚目の偏光分離板 8' の内側面 8a' へ向い、一部は平行光束化素子 1 へ戻り光として入

射する。

【0132】この間の経緯は、2枚目の偏光分離板8'が関与しない部分に関する限り、図5で示した第1の実施例の場合と全く同様であるから、詳しい説明は省略する。但し、PMMAからなる偏光分離板8の屈折率がここでは第1の実施例の場合(BK-7)と若干異なる為に、各界面8a、8bの入出射時における屈折角がやや変化し、それに応じてP偏光成分とS偏光成分についての分岐割合が少量だけ変わっている。

【0133】1枚目の偏光分離板8から出射された光線C3'は、2枚目の偏光分離板8'の内側面8'aに到達し、偏光分離板8'の内部へ進入する光線C2"と反射されて空気層9に戻る光線C1"に分割される。以後の経路は、1枚目の偏光分離板8の場合とほぼ同じであるが、偏光分離板8'の内部から内側面8'aを通して空気層9へ出た光線の相当部分が1枚目の偏光分離板8の外側面8bへ入射し、一部がその内部へ戻り、一部が反射されて2枚目の偏光分離板8'へ再度向かうという経路が多重的に形成されることに注意することが必要である。この間に1枚目の偏光分離板8へ戻った光の一部が更に平行光束化素子1へ戻る現象も僅かではあるが生起されている筈である。

【0134】以上、述べたように、2枚(あるいはそれ以上の)偏光分離板8、8'を偏光分離手段として配置した場合には、光線経路は極めて複雑に分岐したものとなるから、最終的に2枚目の偏光分離板8'の外側面から出射されるP、S各偏光成分の量を厳密に計算することは困難である。

【0135】そこで、光線経路が分岐する度に伝播されるエネルギー量が逓減されることを利用して、図示された経路の範囲で近似計算を行なうと、光線C"3~C"6の各数値の積算値から、P偏光成分=94.9、S偏光成分=46.7と評価される。

【0136】これを第1の実施例における対応数値、P偏光成分=97.6、S偏光成分=61.9と比較してみると(偏光分離板の材料の違いの影響は小さいことに注意。)、P偏光成分が抽出・保存状態はいずれの場合にも良好である一方、S偏光成分が大幅に低下していることが判る。

【0137】この事実からも判るように、平行光束化素子1から65°前後で出射された光を1枚またはそれ以上の枚数の偏光分離板を介して取り出す場合には、1枚の偏光分離板の介在毎に、P偏光成分の大半を保存しながらS偏光成分の約3割~4割程度が排除されて行く。

【0138】このようなP偏光保存/S偏光排除作用と、平行光束化素子1の偏光スクランブル作用、並びに、偏光変換素子Σの偏光変換作用によって、リサイクルプロセスが形成され、P偏光成分がより富化されるメカニズムについては既に述べた通りであるから、ここでは繰り返さない。

【0139】この例における戻り光量(S偏光成分)を評価すると、図15に併記したデータから、 $17.5 + 10.4 + 7.4 + 4.8 = 40.1$ となる。平行光束化素子1の偏光スクランブル作用と偏光変換素子Σの偏光変換作用によって、平行光束化素子1からの再出射光のPS偏光成分比率が50%になっているものと仮定すると、約20のP偏光成分を有する平行光束化素子再出射光が得られる。その94.9%が保存されて2枚目の偏光分離板8'から出射されれば、約19の偏光成分が上乘せされる。これを戻り光除外評価分の94.9に加算すれば、最終的に約114のP偏光成分を含む偏光出力が得られることになる。

【0140】なお、偏光分離板を2枚使用した程度では、光線C3"~C6"等からなる出射光束の指向性が大きく崩れることは無い。従って、この第2の実施例においても、2枚目の偏光分離板8'の次段に配置された光出射方向修正素子10によって、図4の実施例の場合とほぼ同等の光出射方向修正作用が発揮されることになり、光出射方向修正素子10の光出射面11から正面方向に伝播する偏光化光束を出射させることが出来る。

【0141】次に、偏光分離板について、光入射時のブリュースター角条件の満足度をより向上させるよう更に工夫を加えた例について述べる。なお、この例の全体構成は偏光分離板自体の構造を除き、図4に示した例と同様であるから、ここでは全体構成の説明は省略し、図4あるいは図15における平板型の偏光分離板8、8'を図16に示した波形の断面構造を有する偏光分離板8" (以下、「波形偏光分離板」と呼ぶ。)に読み換えると共に、同図に併記した如く、平行光束化素子1からの出射光束を出射角65°の代表光線C0で代表させて説明を行なう。

【0142】図16(A)には、波形偏光分離板8"の断面形状が示されており、図示された通り、比較的短い急斜面部分81、83と比較的長い緩斜面部分82、84の繰り返しからなる等厚の波型形状を呈している。この波形偏光分離板8"を構成する材料としては、適当な屈折率を有する透光性の素材が利用されるが、ここではPMMA(ポリメチルメタクリレート;屈折率1.492、ブリュースター角56.17°)が使用されている。

【0143】図16(B)は、図16(A)中に○印で囲まれた部分(繰り返し形状の1単位分)を拡大描示したもので、平行光束化素子1からの出射光束を代表する光線C0の光線追跡図が併記されている。本実施例の本質的な特徴は、緩やかな斜面部分の入射側82の傾斜が、代表光線C0に対してブリュースター角条件を満たすように選択されていることである。ここでは、平行光束化素子1の光取出面3に立てた法線Nに対して65°の出射角を持つ代表光線C0が面82に入射する際の入射角がブリュースター角56°(概算)に合致するよう

に、面 8 2 の傾斜角が光取出面 3 と平行な面 M に対して 9° に設定されている。

【0144】即ち、この角度条件の下では、代表光線 C0 から分岐した反射光線 R1 に含まれる P 偏光成分は理論的には 0 であり、すべての P 偏光成分が面 8 2 を透過することになる。特に、第 1 あるいは第 2 の実施例との比較で言えば、平行光束化素子 1 の光取出面 3 からの出射角が直角に近い（より寝た方向の）光に対しても P 偏光成分の面 8 2、8 4 の透過率が高いという利点がある。

【0145】波形偏光分離板 8” 内部に進入した P 偏光成分を多く含んだ光線 T1 は、対向傾斜面 8 4 で内部反射光線 T2 と 65° の出射角を持った出射光線 T3 に分岐するが、内部反射光線 T2 に P 偏光成分は殆ど含まれない（図 5 中の光線 C2 あるいは図 9 中の光線 C2' に付記されたデータ参照）。

【0146】内部反射光線 T2 は、更に面 8 2 で内部反射光線 T4 と平行光束化素子 1 へ向かう光線 R2 に分岐する。以下、多重的に繰り返される内部反射／出射のプロセスは、第 1 の実施例（特に、図 5）で説明したものと類似したものであり、プロセスの進行に伴って運ばれるエネルギー量は急激に小さくなる。

【0147】従って、この構成によれば、偏光分離板 8” を配置したことによる P 偏光成分の損失量が極めて小さくなるという特徴があり、それに応じて P 偏光成分をより多く含む出射光を生成することが出来る。この面 8 4 からの出射光に対して光出射方向修正素子 10 を配置すれば、前述した態様で光出射方向修正が行われることは言うまでもない。

【0148】急斜面 8 1、8 3 の傾斜角については、平行光束化素子 1 からの出射光が可能な限り光が入射しないよう代表光線 C0 の方向に平行となるような角度に設定されることが望ましい。ここでは、 $90^\circ - 65^\circ = 25^\circ$ とされている。急斜面 8 1、8 3 と緩斜面 8 2、8 4 の繰り返し周期について特に制限は無いが、一般には、稜線部 8 5、8 6 間で測った厚みを抑え、面光源として明かるさの均一性を保つという観点から、短い周期とすることが好ましい。ここでは、稜線部 8 5、8 6 間で測った厚さが 0.5 mm となるような繰り返し周期が選ばれている。

【0149】次に、図 17 を参照して、偏光分離手段として異屈折率材料からなる多層膜を備えた偏光分離板を利用した例について説明する。なお、この場合の全体構成も偏光分離板自体の構造を除き、図 4 に示した第 1 の実施例と同様であるから、ここでは全体構成の説明は省略し、図 4 あるいは図 5 における平板型の偏光分離板 8 を、図 17 に示した多層膜型偏光分離板 18 に読み換えた構成を想定するものとする。

【0150】また、図 17 中に併記されているように、平行光束化素子 1 からの出射光束の出射角がやや高角度

側（寝た方向）にずれた場合を想定し、 70° の出射角を持つ代表光線 D0 で代表される状態にあるものとして説明を行なう。（「作用」の欄で説明したように、平行光束化素子 1 の光取出面 3 からの出射光束の出射方向の中心は、平行光束化素子 1 を構成する光散乱導光体の屈折率や相関距離 a の値等によって、数度から 10 度程度の変動幅がある。）多層膜型偏光分離板は、各隣り合う層の材料に屈折率の異なる透明材料を使用するという条件で、数層（原理的には最低 2 層）～数 10 層の薄膜を積層形成した構造を有し、図 17 にはその 3 層分の断面と代表光線 D0 の主要光路が例示されている。多層膜型偏光分離板 18 は、入射側から順に二酸化チタン（ TiO_2 ；屈折率 $n_1 = 2.3$ ）層 181、二酸化珪素（ SiO_2 ；屈折率 $n_2 = 1.46$ ）層 182、二酸化チタン（ TiO_2 ；屈折率 $n_3 = n_1 = 2.3$ ）層 183 で構成されており、以下、総層数に合わせて二酸化チタン層と二酸化珪素層が交互に積層された構造を有している。屈折率が更に異なる材料の層を積層させることもあり得る（例えば、二酸化ジルコニウム ZrO_2 、一般の酸化数を持った酸化チタン TiO_x の層）。

【0151】このような多層膜型の偏光分離板 18 の偏光分離原理は、異屈折率材料間に形成される界面における S 偏光成分と P 偏光成分の反射特性の違いを利用したものであり、その点では、前述の第 1～第 3 の実施例における偏光分離手段と共通した特徴を有していると言うことが出来る。

【0152】図 17 に描かれているように、平行光束化素子 1 からの出射光束を代表する代表光線 D0 が、空気層 7（屈折率 $n_0 = 1.0$ ）から S 偏光成分 $I_s = 100$ 、P 偏光成分 $I_p = 100$ の相対強度を以て第 1 層 181 に入射すると、層 181 の内部へ進入する光線 D1 と反射光線 D2 が生じる。

【0153】その際の反射率は、S 偏光成分については $R_s = 51.8\%$ であるが、P 偏光成分については $R_p = 0.55\%$ と極めて小さい。即ち、S 偏光成分は半分程度しか第 1 層 181 内に進入出来ないが、P 偏光成分についてはほぼその全量が界面を通過して第 1 層 181 内に進入する。

【0154】この光線 D2 が第 2 層との界面に到達すると、再び光線 D3 と D4 に分岐する。その際の反射率は、 R_s （S 偏光成分） $= 9.3\%$ 、 R_p （P 偏光成分） $= 1.9\%$ である。即ち、S 偏光成分の 9 割程度が第 2 層 182 内に進入する一方、P 偏光成分についてはその大半が界面を通過して第 2 層 182 内に進入することになる。

【0155】同様に、第 2 層 182 と第 3 層 183 の界面においては、D5 と D6 の分岐が起こり、その際の反射率は R_s （S 偏光成分） $= 9.3\%$ 、 R_p （P 偏光成分） $= 1.9\%$ となる。

【0156】このように、各界面に遭遇する度に P 偏光

成分の大部分が次層へ伝播されていくのに対し、S 偏光成分の相当部分が排除されていくという現象が起る。多重反射及び吸収損失の効果は小さいとして、本事例における第 3 層進入時の偏光成分の見積りを行なうと、S 偏光成分； $I_s = 39.7$ 、P 偏光成分； $I_p = 95.7$ という値が計算される。層数が更に増えれば、各数値 I_s 、 I_p は等比数率的に減少すると考えられる。

【0157】その際の平均的な公比を r_s (S 偏光成分)、 r_p (P 偏光成分) とすれば、 $r_s < r_p$ であり、 r_p は 1 を僅かに下回る程度となる。従って、多層膜型偏光分離板 18 を構成する層の総数が多い程 P 偏光成分の「純度」は高くなると考えられる。このような傾向は、代表光線 D0 の出射角が 70° である場合に限らず、相当幅広い角度条件の下で成り立つものである。

【0158】図 18～図 20 は、これを説明する為のグラフで、本実施例の層構成における各界面の光透過率が P 偏光成分、S 偏光成分に分けて記されている。これらのグラフから直ちに読み取れるように、代表光線 D0 の層 181 への入射角が 70° から 10° 程度ぶれたとしても、各界面における P 偏光成分の透過率は 100% に近いままであり、且つ、S 偏光成分の透過率は P 偏光成分の透過率を一貫して下回っている。

【0159】これは、上記多層膜型偏光分離板の P 偏光成分純化機能が特殊な条件下だけで成立するものではないことを物語っている。以上のことから、本実施例のような多層膜型の偏光分離板を利用した構成は、高い偏光度 (P 偏光成分の純度) の出射光を必要とするケースに適した特徴を備えていることが判る。

【0160】参考の為に、図 21 に実証データの 1 例を示した。これは厚さ 1mm の光学ガラス板 BK-7 (屈折率 1.5163) 上に、 TiO_x (屈折率 2.3 前後)、 SiO_2 (屈折率 1.46) 及び ZrO_2 (屈折

率 2.0) からなる多層膜を真空蒸着により形成した偏光分離板について、日立製作所製の分光光度計 U-3200 を用いて、偏光分離機能を入射角度を $55^\circ \sim 70^\circ$ まで変えながら測定した結果を示したものである。このグラフから容易に読み取れるように、可視光の全域に亘って高い偏光分離機能が発揮されていることが判る。また、入射角が大きい方が偏光分離機能が高いという傾向も読み取ることが出来る。

【0161】なお、本例においても、先に説明したと同様の戻り光に対する偏光スクランブル効果と偏光変換作用により、平行光束化素子 1 からの再出射による P 偏光成分の増強作用が発揮されることや、多層膜型偏光分離板 18 の後段に光出射方向修正素子 10 を配置することによって光出射方向の修正を行えるということも言うまでもないことである。

【0162】なお、以上の説明においては光源 L として棒状の蛍光灯を使用することを一応の前提としたが、本願発明における光源は広義には光供給手段であれば良く、必ずしも自身が発光能力を有する必要はない。例えば、他の発光素子に結合された光ファイバ束の出射端などであっても構わない。その偏光特性についても特に制限はなく、レーザ発振に由来した光のように特定の偏光特性を有する光を供給した場合でも、本願発明の本質的な偏光化作用自体が損なわれることは無い。

【0163】最後に、本願発明において、平行光束化素子として使用される光散乱導光体の材料及び製造方法について説明する。本願発明で使用する光散乱導光体のベースとしては、種々のポリマー材料が利用可能である。これらポリマーの代表的なものを下記の表 1 及び表 2 に示した。

【0164】

【表 1】

区 分	ポ リ マ ー	ポリマーno
MA	1. PMMA [ポリメチルメタクリレート]	1. 48
	2. PEMA [ポリエチルメタクリレート]	1. 483
	3. Poly (nPMA) [ポリ-n-プロピルメタクリレート]	1. 484
	4. Poly (nBMA) [ポリ-n-ブチルメタクリレート]	1. 483
	5. Poly (nHMA) [ポリ-n-ヘキシルメタクリレート]	1. 481
	6. Poly (IPMA) [ポリイソプロピルメタクリレート]	1. 473
	7. Poly (iBMA) [ポリイソブチルメタクリレート]	1. 477
	8. Poly (tBMA) [ポリ-t-ブチルメタクリレート]	1. 463
	9. PCHMA [ポリシクロヘキシルメタクリレート]	1. 507
XMA	10. PBzMA [ポリベンジルメタクリレート]	1. 568
	11. PPhMA [ポリフェニルメタクリレート]	1. 57
	12. Poly (1-PhEMA) [ポリ-1-フェニル エチルメタクリレート]	1. 543
	13. Poly (2-PhEMA) [ポリ-2-フェニルエチル メタクリレート]	1. 559
	14. PFFMA [ポリフルフリルメタクリレート]	1. 538
A	15. PMA [ポリメチルアクリレート]	1. 4725
	16. PEA [ポリエチルアクリレート]	1. 4685
	17. Poly (nBA) [ポリ-n-ブチルアクリレート]	1. 4534
XA	18. PBzMA [ポリベンジルアクリレート]	1. 5584
	19. Poly (2-CIEA) [ポリ-2-クロルエチル アクリレート]	1. 52

【0165】

【表2】

区 分	ポ リ マ ー	ポリマー no
AC	11. PVAc [ポリビニルアセテート]	1. 47
XA	11. PVB [ポリビニルベンゾエート]	1. 578
	12. PVAc [ポリビニルフェニルアセテート]	1. 587
	13. PVClAc [ポリビニルクロルアセテート]	1. 512
N	14. PAN [ポリアクリロニトリル]	1. 52
	15. Poly (α MAN) [ポリ- α -メチルアクリロニトリル]	1. 52
α -A	16. PMA (2CI) [ポリメチル- α -クロルアクリレート]	1. 5172
St	17. Poly (o -CIS t) [ポリ- o -クロルスチレン]	1. 8098
	18. Poly (p -FS t) [ポリ- p -フルオロスチレン]	1. 588
	19. Poly (o, p -FS t) [ポリ- o, p -ジフルオロスチレン]	1. 475
	20. Poly (p -IPS t) [ポリ- p -インプロピルスチレン]	1. 554
	21. PS t [ポリスチレン]	1. 59
C	22. PC [ポリカーボネート]	1. 59

このようなポリマー材料をベースとする光散乱導光体は、次のような方法によって製造することが可能である。まず、その1つは、2種類以上のポリマーを混練する工程を含む成形プロセスを利用する方法である。即ち、2種類以上の屈折率の相互に異なるポリマー材料（任意形状で良い。工業的には、例えばペレット状のものが考えられる。）を混合加熱して、練り合わせ（混練工程）、混練された液状材料を射出成形機の金型内に高圧で射出注入し、冷却固化することによって成形された平行光束化素子を金型から取り出せば金型形状に対応した形状の平行光束化素子を得ることが出来る。

【0166】混練された2種類以上の異屈折率のポリマーは完全には混ざり合うことなく固化するので、それらの局所的濃度に不均一（ゆらぎ）が生まれて固定され、一様な散乱能が与えられる。また、混練された材料を押し出し成形機のシリンダー内に注入し、通常のやり方で押し出せば目的とする成形物を得ることが出来る。

【0167】これらポリマーブレンドの組合せや混合割合については、非常に幅広い選択が可能であり、屈折率差、成形プロセスで生成される屈折率不均一構造の強さや性質（散乱照射パラメータE、相関距離a、誘電率ゆらぎ2乗平均 ϵ 等）を考慮して決定すれば良い。なお、使用し得るポリマー材料の代表的なものは前記表1及び表2に示した通りである。

【0168】光散乱導光体を構成する材料の製造法の別の1つは、ポリマー材料中に屈折率の異なる（0.001以上の屈折率差）粒子状材料を一様に混入分散させる

ものである。そして、粒子状材料の一様混入に利用可能な方法の1つにサスペンション重合法と呼ばれる方法がある。即ち、粒子状材料をモノマー中に混入し、湯中に懸濁させた状態で重合反応を行なわせると、粒子状材料が一様に混入されたポリマー材料を得ることが出来る。これを原材料に用いて成形を行なえば、所望の形状の光散乱導光体が製造される。

【0169】また、サスペンション重合を種々の粒子状材料とモノマーの組合せ（粒子濃度、粒径、屈折率等の組合せ）について実行し、複数種類の材料を用意しておき、これを選択的にブレンドして成形を行なえば、多様な特性の光散乱導光体を製造することが出来る。また、粒子状材料を含まないポリマーをブレンドすれば、粒子濃度を簡単に制御することが出来る。

【0170】粒子状材料の一様混入に利用可能な方法の他の1つは、ポリマー材料と粒子状材料を混練するものである。この場合も、種々の粒子状材料とポリマーの組合せ（粒子濃度、粒径、屈折率等の組合せ）で混練・成形（ペレット化）を行なっておき、これらを選択的にブレンドして光散乱導光体を成形製造することにより、多様な特性の光散乱導光体を得ることが出来る。

【0171】また、上記のポリマーブレンド法と粒子状材料混入方法を組み合わせることも可能である。例えば、屈折率の異なるポリマーのブレンド・混練時に粒子状材料を混入させることが考えられる。

【0172】以下、製造法の幾つかの実例を挙げておく。

30

40

50

＜製造例 1＞メタクリル樹脂のペレット（旭化成製、デルベット 80N）に粒径 0.8 μm のシリコン系樹脂粉体（東芝シリコン製、トスパール 108）を 0.3 wt % 添加し、ミキサーで混合分散させた後、押し出し機でストランド状に押し出し、ペレタイザーでペレット化することにより、シリコン系樹脂粉体が均一に分散されたペレットを調製した。

【0173】このペレットを射出成形機を用い、シリンダー温度 230°C ~ 260°C、型温度 50°C の条件で成形して、縦 6.8 mm、横 8.5 mm で厚さが長辺方向に 3.8 mm から 0.2 mm 迄徐々に変化した楔型の光散乱導光体を得た。

【0174】製造された光散乱導光体の相関距離は $a = 0.53 \mu\text{m}$ であり、有効散乱照射パラメータの前記 (11) 式による見積計算値は $E = 12.6 [\text{cm}^{-1}]$ であった。

【0175】＜製造例 2＞MMA に粒径 0.8 μm のシリコン系樹脂粉体（東芝シリコン製、トスパール 108）を 0.3 wt % 添加し、公知のサスペンション重合法により、該粉体が均一に分散した球状粒子を得た。これを製造例 1 と同様にペレタイザーでペレット化することにより、シリコン系樹脂粉体が均一に分散されたペレットを調製した。

【0176】以下、製造例 1 と同じ条件で同型の楔状光散乱導光体を得た。この光散乱導光体は、製造例 1 で作製された光散乱導光体と外観上全く区別がつかないものであった。そして、相関距離は $a = 0.53 \mu\text{m}$ であり、有効散乱照射パラメータの前記 (11) 式による見積値は $E = 12.6 [\text{cm}^{-1}]$ であった。

【0177】＜製造例 3＞ポリメチルメタクリレート (PMMA) にポリスチレン (PS) を 0.5 wt % 添加し、V 型タンブラーを用いて 10 分間、次いでヘンシェルミキサーを用いて 5 分間混合した。これを径 30 mm の 2 軸押し出し機【ナカタニ機械 (株) 製】を使って、シリンダー温度 220°C ~ 250°C、スクリー回転数 75 rpm、吐出量 6 kg/h の条件で融解混合してペレットを作成した。

【0178】このペレットを射出成形機を用い、シリンダー温度 220°C ~ 250°C、型温度 65°C、射出速度中速、射出圧力ショートショット圧プラス 10 kg/cm² の条件で成形して、縦 6.8 mm、横 8.5 mm で厚さが長辺方向に 3.8 mm から 0.2 mm 迄徐々に変化した楔型の光散乱導光体を得た。

【0179】＜製造例 4＞MMA（メチルメタクリレート）に粒径 2 μm のシリコン系樹脂粉体（東芝シリコン製、トスパール 120）を各々 0.05 wt %、0.08 wt %、0.10 wt %、0.15 wt % を加えて均一に分散した 4 種類の試料と粒子無添加の MMA 試料を用意し、計 5 種類の試料の各々にラジカル重合開始剤としてベンゾイルパーオキシサイド (BPO) 0.5

wt %、連鎖移動剤として n-ラウリルメルカプタン (n-LM) を 0.2 wt % 加え、70°C で 24 時間注型重合させて縦 6.8 mm、横 8.5 mm で厚さが長辺方向に 3.8 mm から 0.2 mm 迄徐々に変化した楔型の光散乱導光体を 1 枚ずつ作製した。

【0180】＜製造例 5＞MMA（メチルメタクリレート）にシリコンオイルを 0.025 wt % 加えて均一に分散させ、ラジカル重合開始剤としてベンゾイルパーオキシサイド (BPO) を 0.5 wt %、連鎖移動剤として n-ブチルメルカプタン (n-BM) を 0.2 wt %、各々加え、70°C で 30 分間にわたりゾル化を行なった上で、更に 65°C で 24 時間注型重合させて縦 6.8 mm、横 8.5 mm で厚さが長辺方向に 3.8 mm から 0.2 mm まで徐々に変化した楔型の光散乱導光体を作製した。

【0181】＜製造例 6＞PMMA（ポリメチルメタクリレート）に粒径 2 μm のシリコン系樹脂粉体（東芝シリコン製、トスパール 120）を 0.08 wt % 加え、V 型タンブラーを用いて 10 分間、次いでヘンシェルミキサーを用いて 5 分間混合した。これを 2 軸押し出し機で熔融混合（シリンダー温度 220°C ~ 250°C）・押出成形して、ペレットを作製した。

【0182】このペレットを射出成形機を用いてシリンダー温度 220°C ~ 250°C の条件で射出成形し、縦 6.8 mm、横 8.5 mm で厚さが長辺方向に 3.8 mm から 0.2 mm まで徐々に変化した楔型の光散乱導光体を作製した。

【0183】

【発明の効果】本願発明の偏光化機能付面光源装置は、平行光束化素子、偏光成分に依存した反射特性を有する偏光分離手段並びに複合プリズムを利用した偏光変換素子を組み合わせる構成によって、リサイクル的な偏光化プロセスを実現するものであるから、高いエネルギー効率を以て偏光化された光束を得ることが出来る。

【0184】また、本願発明に係る偏光化機能付面光源装置によれば、その出射光束に平行光束化素子に由来する明瞭な指向性が保存されているから、プリズム作用を利用した平行光束化素子を付加的に利用することによって、所望の方向に伝播する偏光化光束を生成させることが出来る。

【0185】このような特性は、本願発明の偏光化機能付面光源装置を液晶表示装置のバックライト光源手段として用いた際に極めて有利であり、液晶表示装置の表示品位を格段に向上させ、省電力性を大幅に改善させるに充分なものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】横軸に相関距離 a 、縦軸に誘電率ゆらぎ 2 乗平均 τ をとり、有効散乱照射パラメータ E を一定にする条件を表わす曲線を、 $E = 5.0 [\text{cm}^{-1}]$ 及び $E = 10.0 [\text{cm}^{-1}]$ の場合について描いたものである。

【図 2】 相関距離 a によって光散乱導光体の前方散乱性の強さが変化することを説明するグラフである。

【図 3】 本願発明の面光源装置に用いられる光散乱導光体の断面の基本形状を内部における繰り返し反射の様子と共に記したものである。

【図 4】 本願発明に係る偏光化機能付の面光源装置の基本形の配置を断面図で示したものである。

【図 5】 図 4 に示した配置について、平行光束化素子 1 から出射された光の挙動を代表光線に関する光線追跡形式で記したものである。

【図 6】 横軸に BK-7 板への入射角をとり、縦軸に P, S 各偏光成分の 1 回透過の透過率をとってグラフ化したものである。

【図 7】 (A) は、光出射方向修正素子の典型的な構造と配置を説明する図、(B) は変形型の配置を示した図である。両図は、図 4、図 5 に示した配置における偏光分離板及び光出射方向修正素子の周辺部分を抽出拡大した断面図に、光線 C3, C9 の追跡経路を併記した形で提示されている。

【図 8】 偏光変換素子 Σ の主要部を構成する複合プリズム領域の基本単位を形成する偏光変換ユニットの構造を表わした斜視図である。

【図 9】 (1) は、偏光変換素子 Σ の第 1 の例を断面図で略記したものであり、(2) は、基板領域に結合された偏光変換ユニット並列形成領域の単位要素を抽出拡大し、基板領域の表側から見た透視斜視図の形で示したものである。

【図 10】 偏光変換素子 Σ の別の例を表わしており、多数の偏光変換ユニット連結ブロック $\Sigma 4$ を最密充填的に連結させて偏光変換ユニット並列形成領域としたものである。(1) は偏光変換素子全体の概略断面構造を略記したものであり、(2) は基板の裏面に形成された偏光変換ユニット並列形成領域 $\Sigma' 1$ の一部を基板裏面側から見た起伏パターンを斜視図で表したものである。

【図 11】 (1) は、図 10 (2) に示した偏光変換ユニット並列形成領域 $\Sigma' 1$ の起伏のパターンを記号化して示したものであり、(2) は各記号の説明の為の図である。

【図 12】 図 9 ~ 図 10 に示した実施例の変形型について偏光変換素子裏面の起伏パターンを表したもので、その表記法は図 11 と同じである。

【図 13】 (1) は基板領域の両面を繰り返し傾斜面として偏光変換素子を構成した場合の断面図であり、

(2) は基板領域の裏面を繰り返し傾斜面として偏光変換素子を構成した場合の断面図である。

【図 14】 本願発明に係る偏光化機能付の面光源装置を液晶表示装置のバックライト光源手段として使用した場合の基本的な配置を要素分解斜視図で示したものである。

【図 15】 偏光分離手段として、平行光束化素子の光取

出面に沿って平行配置される 2 枚の偏光分離板を用いた場合の偏光分離機能を説明する図である。

【図 16】 (A) は波形偏光分離板の断面形状を表わした図であり、(B) は (A) 中に○印で囲まれた部分(繰り返し形状の 1 単位分)を拡大描示したもので、平行光束化素子 1 からの出射光束を代表する光線 C0 の光線追跡図が併記されている。

【図 17】 偏光分離手段として異屈折率材料からなる多層膜を備えた偏光分離板を利用した例について説明する図である。

【図 18】 図 17 に示した層構成における TiO₂ → SiO₂ 境界面について光透過率を P 偏光成分、S 偏光成分に分けて記したデータである。

【図 19】 図 17 に示した層構成における SiO₂ → TiO₂ 境界面について光透過率を P 偏光成分、S 偏光成分に分けて記したデータである。

【図 20】 図 17 に示した層構成における空気 → TiO₂ 境界面について光透過率を P 偏光成分、S 偏光成分に分けて記したデータである。

【図 21】 厚さ 1 mm の光学ガラス板 BK-7 上に、TiO_x、SiO₂ 及び ZrO₂ からなる多層膜を真空蒸着により形成した偏光分離板について、分光光度計を用いて、偏光分離機能を入射角度を 55° ~ 70° まで変えながら測定した結果を示したグラフである。

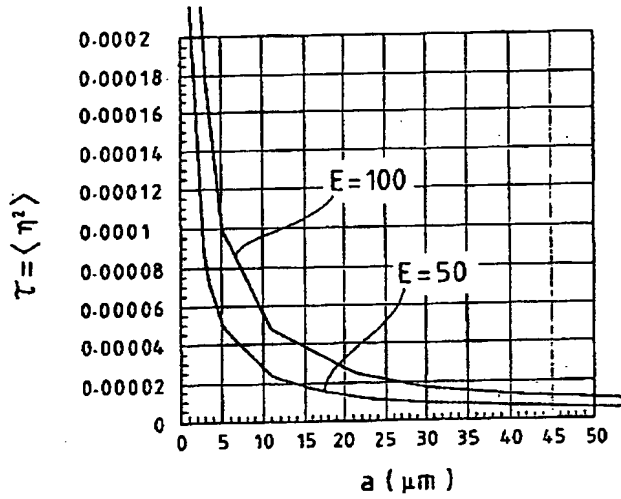
【符号の説明】

- 1 平行光束化素子
- 2 光入射面
- 3 光取出面
- 4 裏面
- 5 反射体 (銀箔)
- 6 平行光束化素子の末端部
- 7, 9 空気層
- 8, 8' 偏光分離板 (平板形)
- 8'' 波形偏光分離板
- 10 光出射方向修正素子
- 11 光出射方向修正素子の光出射面
- 18 多層膜型偏光分離板
- 181 ~ 183 多層膜の第 1 ~ 第 3 層
- 51a, 51b 有効面
- 51c 無効面
- C0, C'0, D0 代表光線
- L 蛍光ランプ
- L1 入射光線乃至光束
- L1' 出射光線乃至光束
- R 反射体
- Σ 偏光変換素子
- $\Sigma 1$ 偏光変換ユニット
- $\Sigma' 1$ 偏光変換ユニット並列形成領域
- $\Sigma 4$ 偏光変換ユニット 4 個からなる連結ブロック
- Q1 基板領域

41

Qa, Qb 基板領域表側斜面
Qc 基板領域表側平坦面

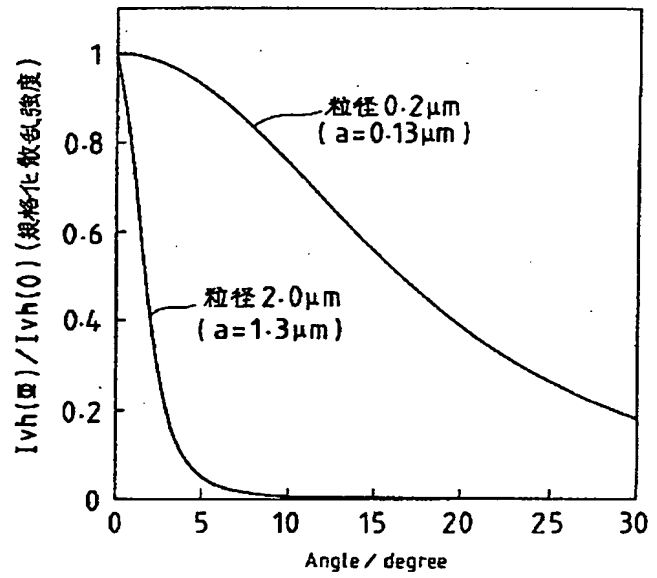
【図 1】



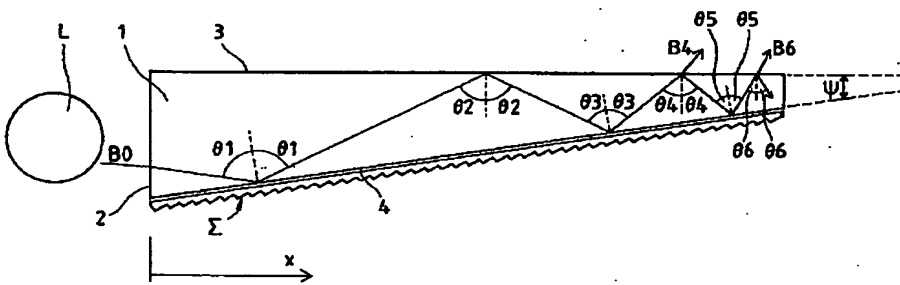
42

Qd, Qe 基板領域裏面側斜面
R1 ~ R3 全反射点

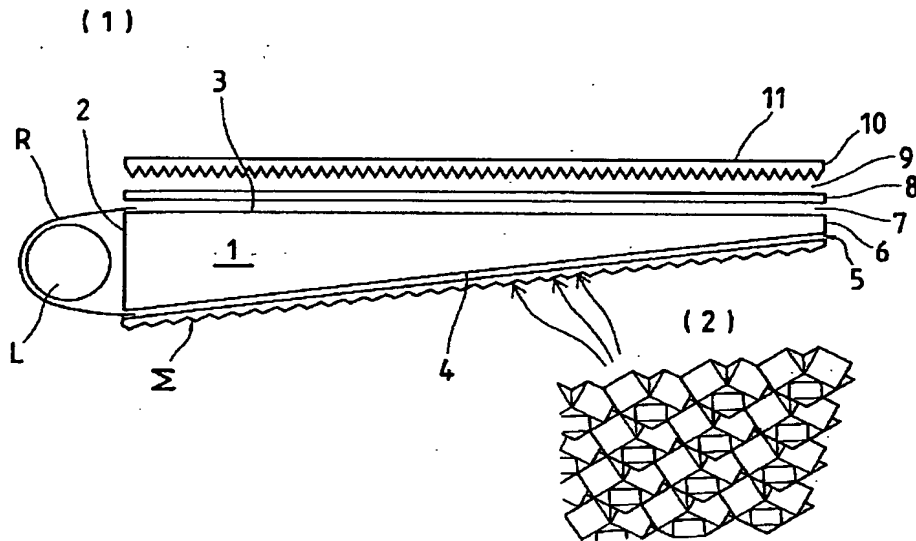
【図 2】



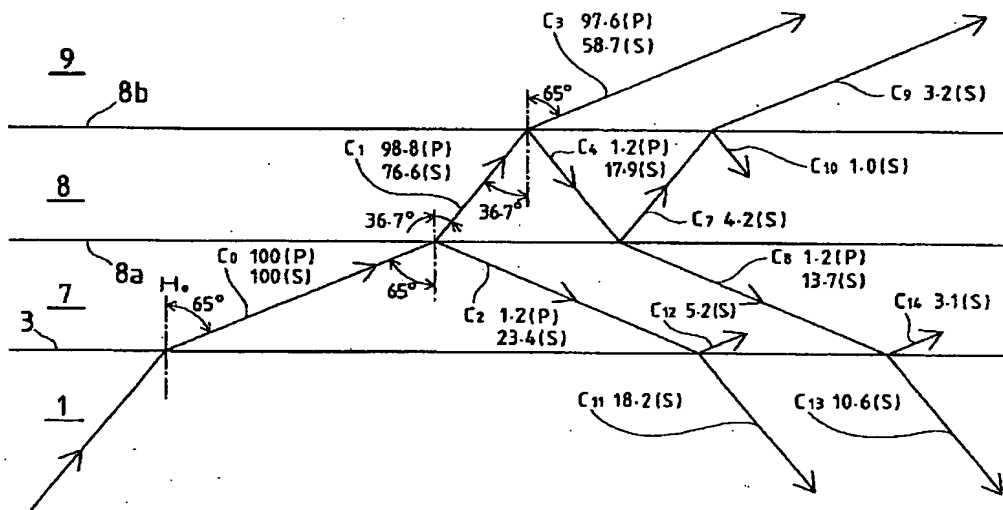
【図 3】



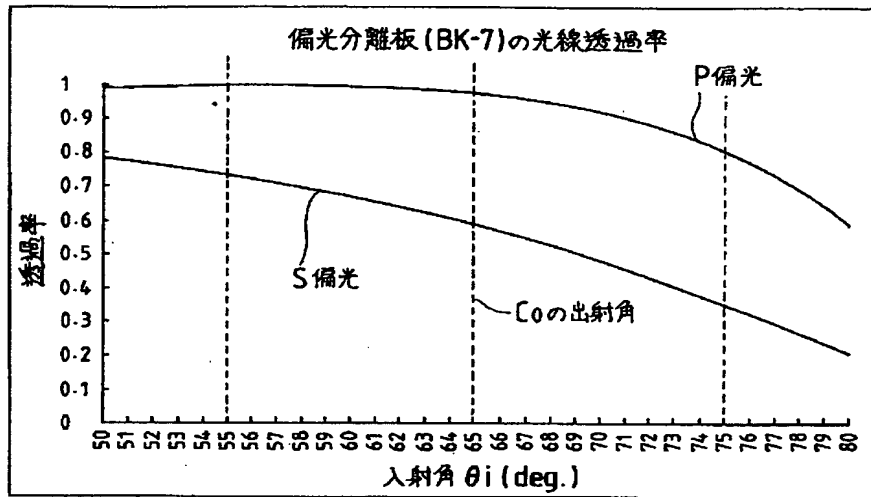
【図 4】



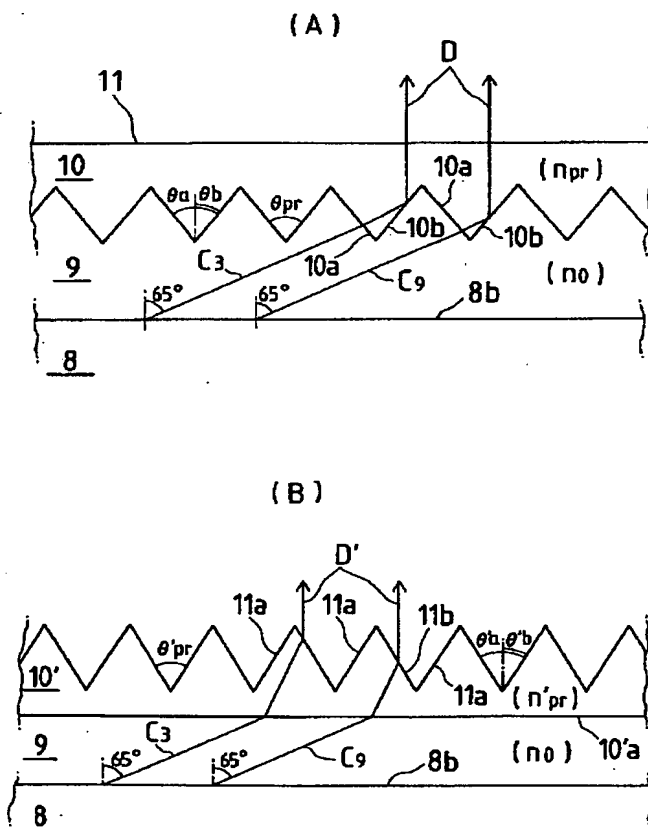
【図 5】



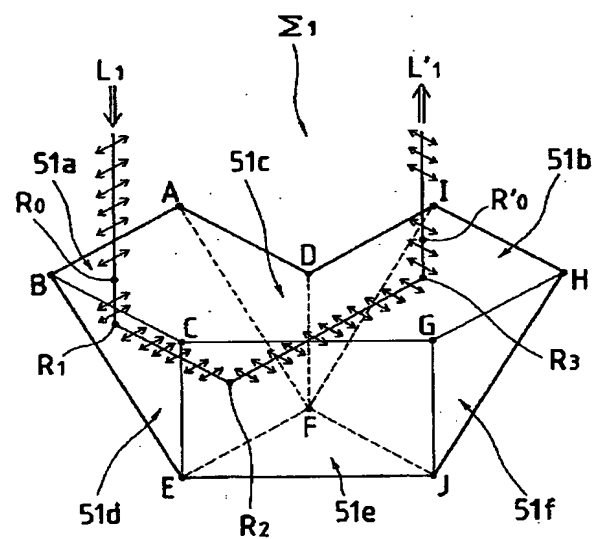
【図 6】



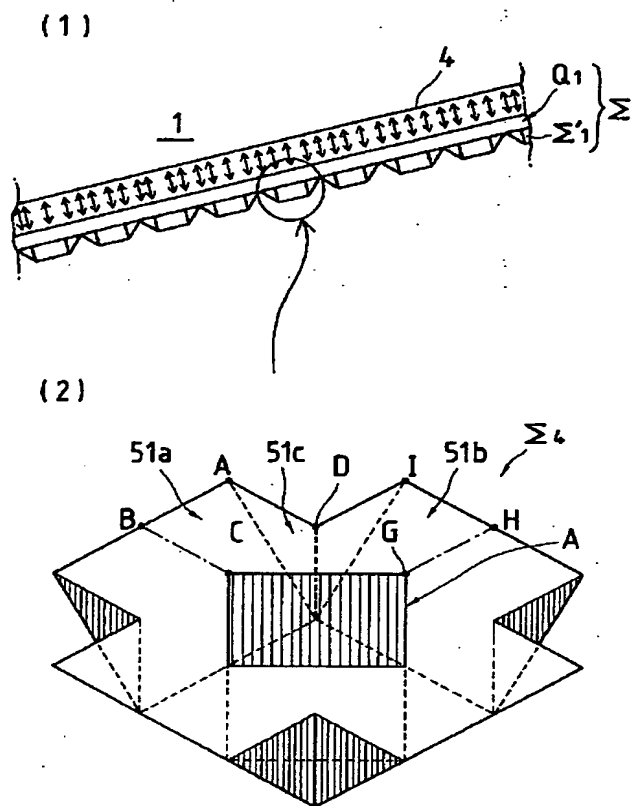
【图 7】



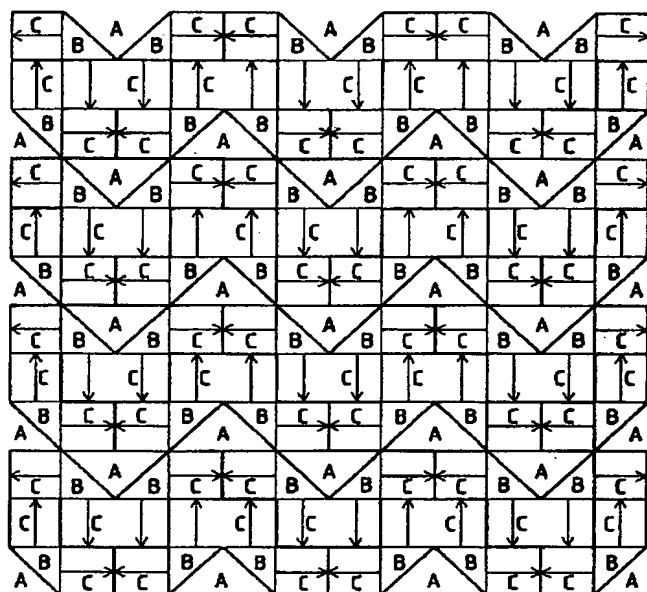
【图 8】



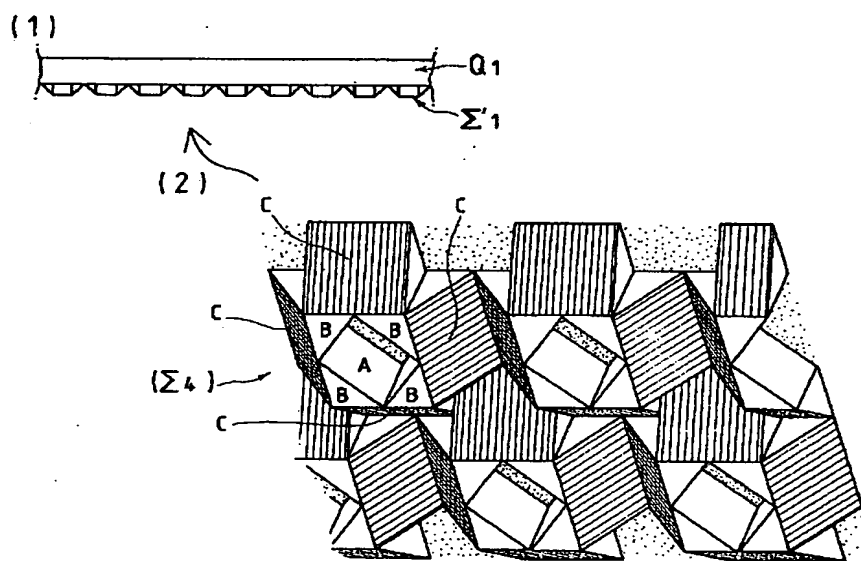
【図 9】



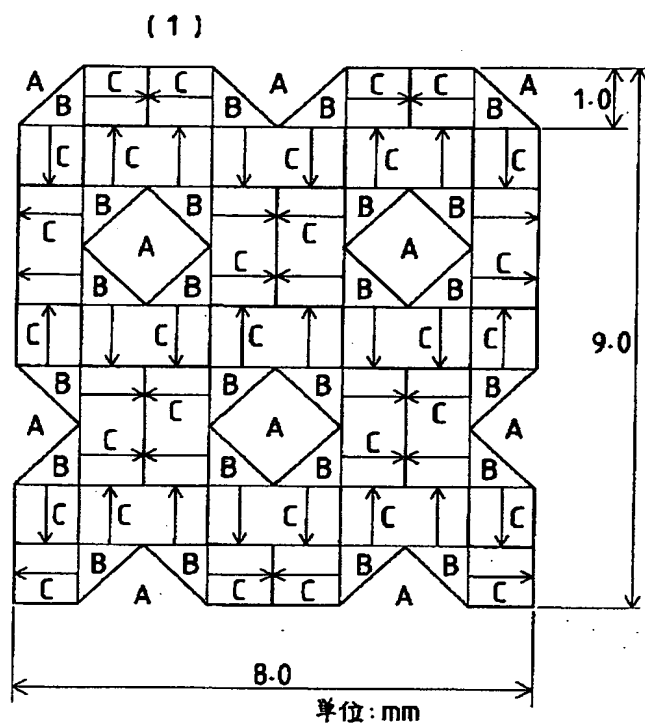
【図 12】



【図 10】



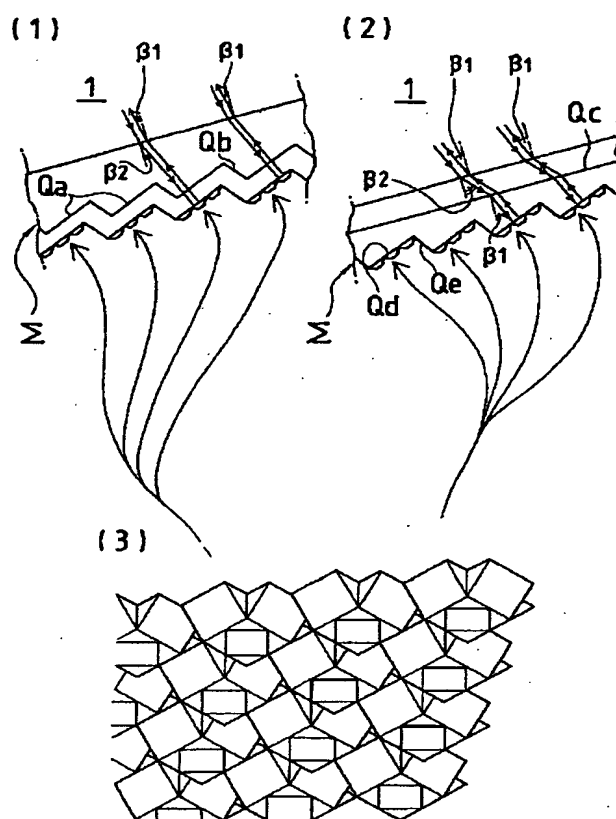
【図 11】



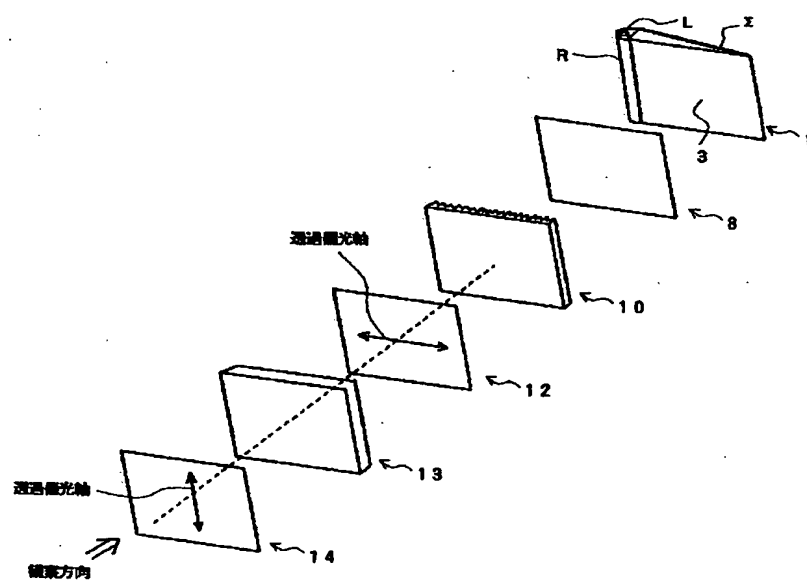
(2)



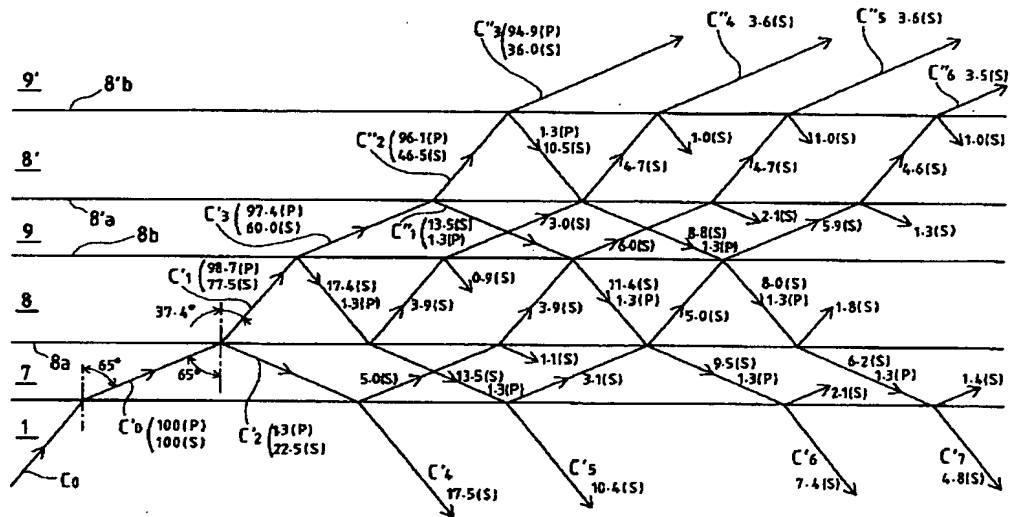
【図 13】



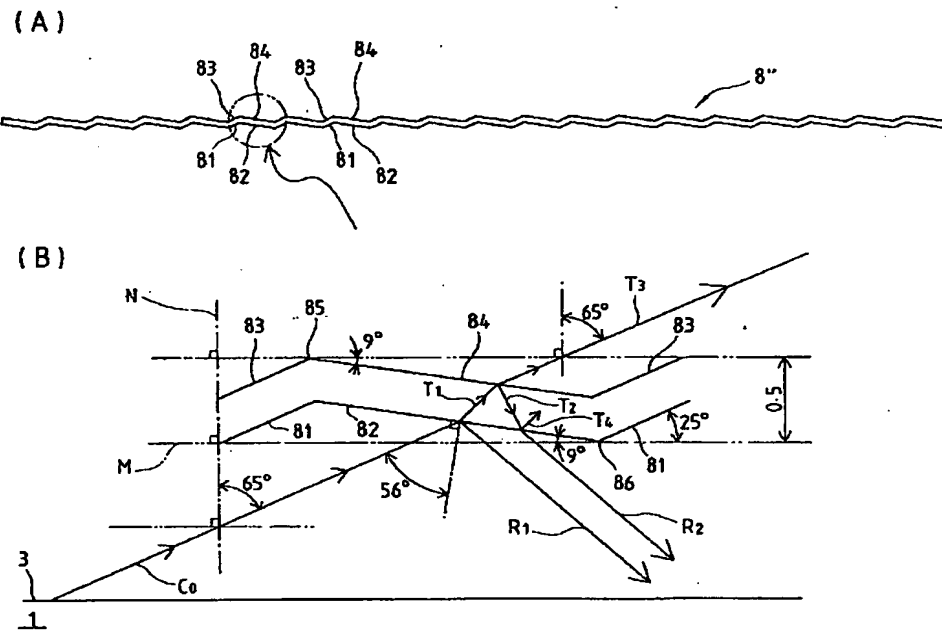
【図 14】



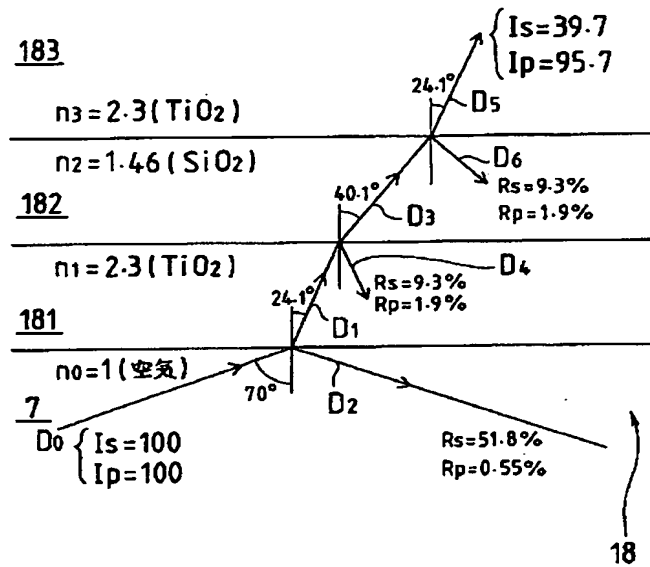
【図 15】



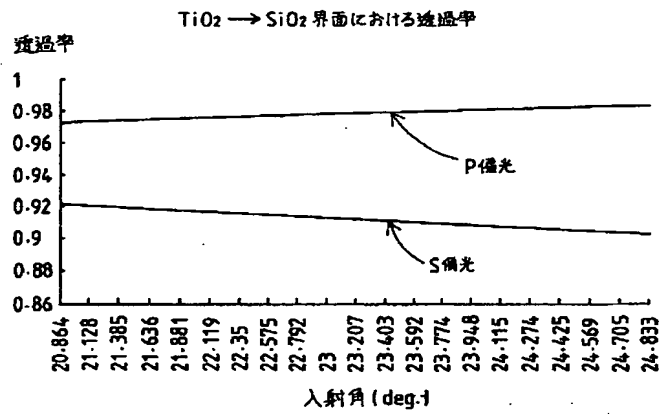
【図 16】



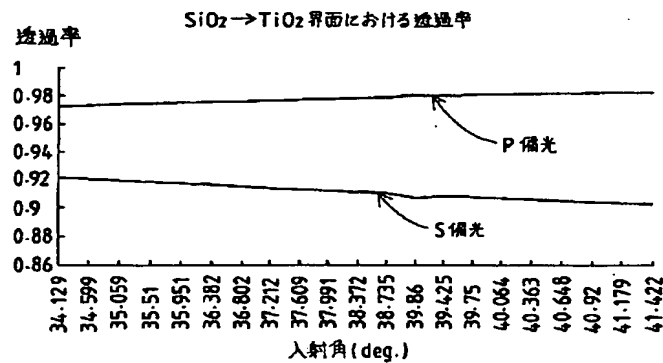
【図 1 7】



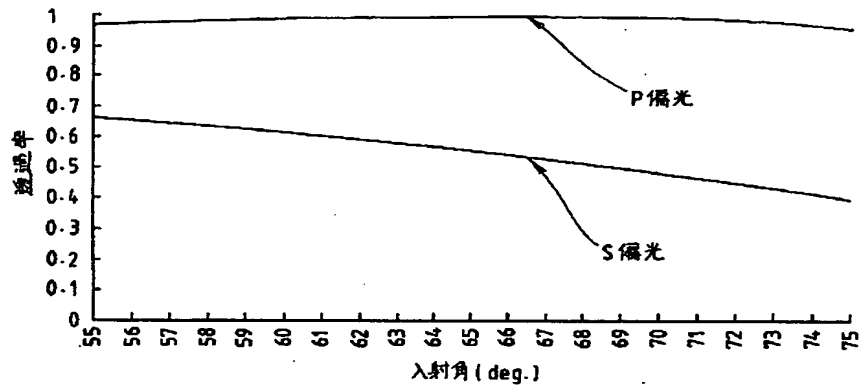
【図 1 8】



【図 1 9】



【図20】

空気→TiO₂界面における透過率

【図21】

